35.756

OVIDIU BELCIN CORINA BÎRLEANU MARIUS PUSTAN

UNIVERSITATEA TEHNICA
535756
BIBLIOTECA CENTRALA

ORGANE DE MAŞINI

ELEMENTE CONSTRUCTIVE ÎN PROIECTARE

10 ex
8 P+C
2 I+S1

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
BIBLIOTECA CENTRALĂ
Nr. Inv. 535.756 / 20.12.

RISOPRINT
CLUJ-NAPOCA 2011

© 2011 RISOPRINT

Toate drepturile rezervate autorului & Editurii Risoprint.

*Editura **RISOPRINT** este recunoscută de C.N.C.S.I.S. **(Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior).***
Pagina web a CNCSIS: www.cncsis.ro

Toate drepturile rezervate. Tipărit în România. Nicio parte din această lucrare nu poate fi reprodusă sub nicio formă, prin niciun mijloc mecanic sau electronic, sau stocată într-o bază de date fără acordul prealabil, în scris, al autorului.
All rights reserved. Printed in Romania. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the author.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
BELCIN, OVIDIU
Organe de mașini : elemente constructive în proiectare / Ovidiu Belcin, Corina Bîrleanu, Marius Pustan. - Cluj Napoca : Risoprint, 2011
Bibliogr.
ISBN 978-973-53-0684-7

I. Bîrleanu, Corina
II. Pustan, Marius

621.81

Editor: GHEORGHE POP
Consilier editorial: CAMELIA MARIA TALOȘ
Design copertă: PETRU DRĂGAN

Referenți științificii: prof.dr.ing. ADALBERT ANTAL, prof.dr.ing.Ioan ARDELEAN
Tehnoredactare computerizată și corectură: OVIDIU BELCIN
Grafică: CORINA BÎRLEANU, MARIUS PUSTAN

Tiparul executat la:
S.C. ROPRINT® S.R.L.

400 188 Cluj-Napoca • Str. Cernavodă nr. 5-9
Tel./Fax: **0264-590651** • roprint@roprint.ro

430 315 Baia Mare • Piața Revoluției nr. 5/1
Tel./Fax: **0262-212290**

PREFAŢĂ

Disciplina *Organe de maşini* are cu un pronunţat caracter practic şi aplicativ, fiind cea mai importantă disciplină de cultură tehnică generală. Ea are sarcina de a contribui la formarea viitorului inginer de profil mecanic ca proiectant, executant şi utilizator de maşini şi mecanisme.

Dimensionarea, proiectarea şi verificarea organelor de maşini impune soluţionarea optimă a problemei, cu luarea în considerare a multitudinii şi complexităţii condiţiilor impuse acestora, a solicitărilor reale şi condiţiilor de exploatare ale maşinilor.

Proiectarea unui ansamblu este un proces complex în care trebuie să se acorde o atenţie deosebită fiecărui element component şi interdependenţei funcţionale dintre elementele ansamblului.

Prin proiectare trebuie să se creeze noi soluţii constructive de maşini şi utilaje cu caracteristici tehnice, tehnologice, economice, ecologice şi estetice superioare celor în funcţiune, competitive calitativ pe plan european şi mondial.

Prezenta lucrare pune la dispoziţia studenţilor un material auxiliar util care să-i ajute la rezolvarea problemelor ce apar la întocmirea proiectelor de an sau a diferitelor probleme practice întâlnite, ca viitori ingineri, în proiectarea şi exploatarea maşinilor şi utilajelor.

Ţinând seama de numărul mare de organe de maşini lucrarea de faţă se rezumă la cele mai frecvent întâlnite şi cuprinde un număr de *267* figuri şi *394* tabele. Ea are rolul de a direcţiona studentul în alegerea corectă şi operativă a celor mai noi şi bune soluţii de elemente constructive, larg utilizate în practica curentă.

Prin conţinut elementele constructive din lucrare vin să aducă unele completări la noţiunile teoretice predate în cadrul orelor de curs.

Datele prezentate în lucrare urmăresc metodica de calcul recomandată la curs şi constituie un îndreptar util în abordarea diferitelor probleme practice, respectiv formarea unor deprinderi corecte de proiectare.

Autorii îşi propun ca într-un viitor apropiat să elaboreze o nouă lucrare care să cuprindă relaţiile de calcul şi recomandările necesare dimensionării, proiectării şi verificării organelor de maşini, lucrare ce va fi însoţită de tabelele şi anexele necesare.

Autorii

Cluj - Napoca, 2011

CUPRINS

		pagina
1.	**DESEN TEHNIC INDUSTRIAL**	
1.1	Desene tehnice. Formate (SR ISO 5457).	**17**
1.2	Desene tehnice. Scări (SR EN ISO 5455).	**18**
1.3	Desene tehnice. Indicatorul (SR ISO 7200).	**18**
1.4	Desene tehnice. Tabelul de componenţă (SR ISO 7573).	**18**
1.5	Împăturirea desenelor (STAS 74).	**19**
1.6	Dimensiuni liniare normale (STAS 75, DIN 323).	**21**
1.6.1	Şirul R 80.	**22**
1.7	Unghiuri normale	**22**
1.8	Unghiuri normale de prisme şi înclinări normale (STAS 2285-2; ISO 2538)	**23**
1.9	Conicităţi. Unghiuri de conuri. Unghiuri de înclinare (STAS 2285-1, ISO 1119).	**24**
1.10	Raze normale de racordare (STAS 406).	**24**
1.10.1	Raze de racordare şi teşituri – valori tipizate.	**25**
1.11	Notarea stării suprafeţelor (STAS 612, SR ISO 1302).	**25**
1.12	Valori numerice ale parametrilor de profil.	**25**
1.13	Simboluri utilizate pentru reprezentarea în desen a orientării neregularităţilor.	**26**
1.14	Corelaţia treaptă de precizie – rugozitate.	**26**
1.15	Corelaţia rugozitate – procedeu tehnologic (STAS 5730/2).	**27**
1.16	Exemple de alegere a rugozităţii (STAS 5730-2).	**28**
1.17	Toleranţe de formă şi de poziţie.	**30**
1.17.1	Toleranţe de formă (STAS 7385).	**30**
1.17.2	Toleranţe de poziţie (STAS 7385).	**30**
1.17.3	Toleranţe la rectilinitate, la planitate şi la forma dată a profilului (STAS 7391-1).	**31**
1.17.4	Toleranţe la circularitate şi cilindricitate (STAS 7391-2)	**31**
1.17.5	Toleranţe la paralelism, perpendicularitate şi înclinare (STAS 7391-3)	**32**
1.17.6	Toleranţe la coaxialitate, concentricitate, simetrie şi intersectare (STAS 7391-4)	**32**
1.17.7	Toleranţa bătăii radiale (STAS 7391-5).	**33**
1.17.8	Toleranţa bătăii frontale (STAS 7391-5)	**33**
1.18	Toleranţe generale pentru piese prelucrate prin aşchiere.	**34**
1.18.1	Toleranţe generale dimensionale (ISO 2768, SR EN 22768-1).	**34**
1.18.2	Toleranţe generale geometrice (ISO 2768, SR EN 22768 – 2).	**35**
1.19	Condiţii generale pentru desene de execuţie (STAS 6857/1).	**35**
1.19.1	Condiţii tehnice.	**35**
1.20	Sistemul de toleranţe şi ajustaje.	**37**
1.20.1	Câmpuri de toleranţă de uz general pentru arbori. Abateri limită în micrometri (μm).	**37**
1.20.2	Câmpuri de toleranţă de uz general pentru alezaje. Abateri limită îm micrometri (μm).	**38**
1.20.3	Sistemul ISO de toleranţe şi ajustaje. Sistemul alezaj unitar pentru dimensiuni până la 500 mm (STAS 8104). Ajustaje preferenţiale.	**38**
1.20.4	Sistemul ISO de toleranţe şi ajustaje. Sistemul arbore unitar pentru dimensiuni până la 500 mm (STAS 8105). Ajustaje preferenţiale.	**39**
1.20.5	Caracterul şi domenii de aplicare ale ajustajelor.	**39**
1.20.6	Recomandări privind alegerea treptelor de toleranţe.	**42**
1.20.7	Recomandări privind alegerea rugozităţii suprafeţelor.	**42**
1.21	Linii în desenul tehnic (ISO 3098, DIN 6776)	**42**
2.	**ASAMBLARI FILETATE. FILETE.**	
2.1	Filete.	**43**
2.1.1	Filetul metric ISO - profilul nominal (STAS 6371, SR ISO 724, DIN 13 T1)	**43**
2.1.1.1	Filetul metric ISO – dimensiuni (STAS 510, DIN 13 T1).	**44**
2.1.2	Filet metric conic (STAS 6423, DIN 158).	**46**
2.1.3	Filet trapezoidal ISO (SR ISO 2904, DIN 103).	**47**
2.1.3.1	Dimensiunile profilului de bază la filete trapezoidale ISO.	**47**

2.1.3.2 Dimensiunile profilului nominal la filetul trapezoidal ISO. 48
2.1.3.3 Filetul trapezoidal – dimensiuni. 48
2.1.4 Filetul ferăstrău (STAS 2234). 50
2.1.4.1 Dimensiunile profilului de bază al filetului ferăstrău. 51
2.1.4.2 Dimensiunile profilului nominal al filetului ferăstrău. 51
2.1.4.3 Filetul ferăstrău – dimensiuni. 52
2.1.5 Filetul pătrat 54
2.2 Ieşiri. Degajări. Teşituri. 56
2.2.1 Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior (STAS 3508/1). 56
2.2.1.1 Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior. 57
2.2.1.2 Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior. 57
2.2.2 Ieşirea şi degajarea filetului metric interior. 58
2.2.2.1 Ieşirea şi degajarea filetului metric interior. 58
2.2.2.2 Ieşirea şi degajarea filetului metric interior. 59
2.2.3 Ieşirea şi degajarea filetului trapezoidal şi ferăstrău (STAS 3508/5) 60
2.2.3.1 Ieşirea filetului exterior. 60
2.2.3.2 Degajarea filetului exterior. 60
2.2.3.3 Ieşirea şi degajarea filetului interior 61
2.2.3.4 Degajarea filetului trapezoidal exterior şi interior cu un singur început. 62
2.3 Lungimi de înşurubare. Lungimi de filetare. Găuri de trecere. 62
2.3.1 Asamblări filetate. Lungimi de înşurubare (STAS 9025). 62
2.3.2 Asamblări filetate. Lungimi de filetare. Adâncimi de găuri filetate. Lungimi de înşurubare. 63
2.3.2.1 Terminări de filete şi şplinturi. 64
2.3.3 Elemente constructive la asamblări filetate 64
2.3.4 Găuri de trecere pentru şuruburi cu filet metric (STAS 3336; ISO 273). 65
2.3.5 Găuri de trecere pentru tije filetate. 66
2.3.6 Recomandări de alegere a găurii de trecere funcţie de amplasament. 67
2.3.7 Găuri de trecere alungite pentru tije şi ştifturi filetate. 67
2.3.8 Diametrele sculelor pentru găuri filetate cu filet metric ISO (STAS 584/1). 68
2.4 Şuruburi de mişcare. Criterii de alegere a profilului filetului. 68
2.4.1 Recomandări de alegere a profilului filetului. 68
2.5 Notarea filetelor (STAS 139). 69

3. ŞURUBURI. ŞTIFTURI FILETATE. PREZOANE. PIULIŢE. ŞAIBE.
3.1 Şuruburi. 70
3.1.1 Şurub cu cap hexagonal filetat până sub cap, execuţie precisă (STAS 4845, DIN 933) 70
3.1.2 Şurub cu cap hexagonal, execuţie precisă (STAS 4272, DIN 931) 71
3.1.3 Şurub cu cap hexagonal mic, execuţie precisă (STAS 6403, SR ISO 4017). 71
3.1.4 Şurub cu cap cilindric cu locaş hexagonal, execuţie precisă (STAS 5144, DIN 912) 71
3.1.5 Şurub cu cap cilindric scund cu locaş hexagonal, execuţie precisă (STAS 9225, DIN 7984) 72
3.1.6 Şurub cu cap hexagonal mic şi cu cep tronconic, execuţie precisă (STAS 4922, DIN 564). 73
3.1.7 Şurub cu cap hexagonal mic şi cu cep cilindric, execuţie precisă (STAS 5259, DIN 561). 73
3.1.8 Şuruburi pentru fundaţii (STAS 2350). 74
3.1.8.1 Şuruburi pentru fundaţii. 75
3.2 Ştifturi filetate. 76
3.2.1 Ştift filetat cu locaş hexagonal cu vârf teşit (STAS 5173, DIN 916). 76
3.2.2 Ştift filetat cu locaş hexagonal cu cep cilindric (STAS 5171, DIN 915). 76
3.2.3 Ştift filetat cu locaş hexagonal cu vârf conic (STAS 5172, DIN 913). 77
3.2.4 Ştift filetat cu crestătură cu vârf teşit (STAS 4770, DIN 551). 77
3.2.5 Ştift filetat cu crestătură cu cep tronconic (STAS 10421). 78
3.2.6 Ştift filetat cu crestătură cu cep cilindric (STAS 10422). 78

3.3 Prezoane. 79
3.3.1 Prezoane pentru înşurubat în oţel (STAS 3953, DIN 938) 79
3.3.2 Prezoane pentru înşurubat în fontă (STAS 4551, DIN 939) 79
3.3.3 Prezoane pentru înşurubat în aliaje de aluminiu (STAS 4552, DIN 835). 80
3.4 Piulițe. 80
3.4.1 Piulița hexagonală,execuţie precisă (STAS 4071, DIN 934). 80
3.4.2 Piuliță hexagonală înaltă, execuţie precisă (STAS 4372). 81
3.4.3 Piuliță hexagonală joasă, execuţie precisă (STAS 4373, DIN 936). 81
3.4.4 Piuliță hexagonală, execuţie semiprecisă (STAS 6218, DIN 934). 82
3.4.5 Piuliță hexagonală joasă, execuţie semiprecisă (STAS 7029, DIN 936). 82
3.4.6 Piuliță hexagonală cu guler, execuţie precisă (STAS 4412). 83
3.4.7 Piuliță înfundată joasă, execuţie precisă (STAS 4374, DIN 917). 84
3.4.8 Piuliță înfundată înaltă, execuţie precisă (DIN 1587). 84
3.4.9 Piuliță crenelată, execuţie precisă (STAS 4073, DIN 935). 85
3.4.10 Piuliță crenelată joasă, execuţie precisă (STAS 4074, DIN 979). 86
3.4.11 Piuliță rotundă cu caneluri, execuţie precisă (STAS 5012, DIN 981). 80
3.5 Şaibe. 87
3.5.1 Şaibe plate pentru metale, execuţie precisă (STAS 5200, DIN 125). 87
3.5.2 Şaibe plate pentru metale, execuţie grosolană (STAS 1388, DIN 126). 88
3.5.3 Şaibe înclinate pentru profile U şi I (STAS 2242, DIN 434, DIN 435) 89
3.5.4 Şaibe înclinate de uz general. 89
3.5.5 Şaibe Grower (STAS 7666, DIN 127). 89
3.5.6 Şaibe elastice profilate (STAS 11013). 90
3.5.7 Şaibe conice elastice (STAS 11132). 91
3.5.8 Şaibe elastice cu dinţi (STAS 10481, DIN 6797, DIN 6798). 92
3.5.9 Şaibe de siguranţă pentru şuruburi şi piulițe hexagonale (STAS 2241-2). 93
3.5.10 Şaibe de siguranţă pentru capete de arbore conice (STAS 9893). 94
3.6 Elemente constructive. 95
3.6.1 Locaşuri şi lamaje (STAS 11574). 95
3.6.1.1 Locaşuri pentru şuruburi cu cap hexagonal cu deschidere de cheie normală (LH 1) sau cu deschidere de cheie redusă (LH 2). 95
3.6.1.2 Locaşuri pentru şuruburi cu cap cilindric LC 1, LC 2 şi LC 3. 95
3.6.1.3 Locaşuri pentru şuruburi cu cap înecat şi semiînecat fără porţiune cilindrică (LI 1) şi cu porţiune cilindrică (LI 2). 96
3.6.1.4 Lamaje pentru şuruburi cu cap hexagonal şi piulițe hexagonale cu deschidere de cheie normală (LJ 1) şi deschidere de cheie redusă (LJ 2) 96
3.6.1.5 Lamaje şi bosaje pentru aşezarea capului şurubului şi piuliței hexagonale. 97
3.6.1.6 Lamaje şi bosaje pentru aşezarea capului şurubului de alte forme. 97
3.6.2 Loc de manevră pentru chei fixe. 98
3.6.3 Vârfuri de şuruburi (STAS 4924, DIN 78). 99
3.6.4 Găuri pentru aşezarea vârfului şurubului. 100
3.6.5 Asamblări filetate – lungimile tijei şi ale părţii filetate (STAS 11637). 100
3.6.5.1 Lungimile nominale pentru tijă (până la cel mult 300 mm). 100
3.6.5.2 Lungimea părţii filetate. 101
3.6.5.3 Lungimea părţii filetate funcţie de lungimea tijei şi diametrul nominal al filetului. 101
3.7 Clase de rezistenţă. 101
3.7.1 Clase de rezistenţă pentru şuruburi (STAS 2700/3, DIN ISO 898 T1). 101
3.7.2 Notarea claselor de rezistenţă pentru şuruburi (STAS 2700/3, DIN ISO 898 T1). 102
3.7.3 Clase de rezistenţă pentru piulițe (STAS 2700/4, DIN ISO 898 T2). 102
3.7.4 Corelaţia claselor de rezistenţă şurub – piuliță. 102
3.7.5 Clase de execuţie şi lungimi de înşurubare. 102

4. ASAMBLĂRI PRIN PENE, CANELURI, ŞTIFTURI, BOLŢURI, ŞPLINTURI.

4.1 Asamblări prin pene. **103**
4.1.1 Pene paralele normale (STAS 1004, DIN 6885). **103**
4.1.2 Pene disc (STAS 1012, DIN 6888). **103**
4.1.3 Pene înclinate (STAS 1007, DIN 6886, DIN 6887) **104**
4.2 Asamblări prin caneluri. **105**
4.2.1 Caneluri dreptunghiulare.Dimensiuni (DIN ISO 14). **105**
4.2.2 Caneluri dreptunghiulare. Ajustaje recomandate (STAS 6565). **106**
4.2.2.1 Ajustaje cu centrare pe diametrul interior. **106**
4.2.2.2 Ajustaje cu centrare pe diametrul exterior. **106**
4.2.2.3 Ajustaje cu centrare laterală. **106**
4.2.2.4 Caneluri dreptunghiulare. Tensiuni admisibile (STAS 1767). **107**
4.2.3 Caneluri în evolventă. **107**
4.2.3.1 Caneluri în evolventă. Dimensiuni (STAS 6858, DIN 5480). **107**
4.2.3.2 Asamblări canelate în evolventă. Parametrii principali (STAS 12154, DIN 5480). **108**
4.2.3.3 Caneluri în evolventă. Notare (STAS 6858, STAS 7338). **108**
4.2.3.4 Caneluri în evolventă. Tensiuni admisibile. **109**
4.2.4 Caneluri triunghiulare (STAS 7346, DIN 5481 T1). **109**
4.2.4.1 Striuri pentru metale (DIN 82). **110**
4.2.4.2 Striuri în asamblări presate oţel / mase plastice. **111**
4.3 Asamblări prin ştifturi şi bolţuri. **112**
4.3.1 Ştifturi cilindrice. Dimensiuni (STAS 1599, ISO 2338, DIN EN 22388). **112**
4.3.1.1 Ştifturi cilindrice. Abateri limită. **112**
4.3.2 Ştifturi conice (STAS 3436, ISO 2339, DIN EN 22339). **112**
4.3.3 Bolţuri cu cap (STAS 5754-1, ISO 2341, DIN EN 22341). **113**
4.3.4 Şaibă prelucrată pentru bolţuri (STAS 5974, DIN 125). **113**
4.4 Şplinturi (STAS 1991; DIN 94). **114**

5. OSII ŞI ARBORI.

5.1 Clasificarea osiilor şi arborilor. **115**
5.2 Raze de racordare. Teşituri. Degajări. **116**
5.2.1 Raze de racordare şi teşituri. Valori tipizate. **116**
5.2.2 Raze de racordare la asamblarea butucilor pe arbori **116**
5.2.3 Rezemarea butucilor pe arbori. **117**
5.2.4 Racordări eliptice. **117**
5.2.5 Raze de racordare la montarea butucilor pe arbori. **117**
5.2.6 Raze de racordare şi umeri pentru montarea rulmenţilor pe arbori. **118**
5.2.7 Degajări la arbori şi alezaje rectificaţi cilindric şi frontal (DIN 509). **118**
5.2.8 Degajare pentru montarea rulmenţilor pe arbori. **118**
5.3 Capete de arbori. **120**
5.3.1 Capete de arbore cilindrice şi conice – tipuri de execuţie (STAS 8724/1, ISO/R775). **120**
5.3.2 Capete de arbore cilindrice – dimensiuni (STAS 8724/2, ISO/R 775, DIN 748 T 1). **120**
5.3.3 Capete de arbore – momente nominale transmisibile (STAS 8724/3). **121**
5.3.4 Capete de arbore conice C = 1:10 (STAS 8724/4, ISO/R 775, DIN 1448 T 1) **122**
5.3.5 Proiectarea constructivă a arborilor. **123**
5.3.6 Şaibe pentru asamblarea cu şurub a pieselor pe capete de arbore cilindrice (STAS 8621). **123**
5.3.6.1 Şaibe pentru asamblarea cu şurub a pieselor pe capete de arbore cilindrice. **124**
5.3.7 Şaibe de siguranţă pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore cilindrice (STAS 2241/2). **124**
5.3.7.1 Şaibe de siguranţă pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore cilindrice. **125**
5.3.8 Şaibe pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore conice (STAS 9893). **125**
5.4 Găuri de centrare (STAS 1361, DIN 332 T1, ISO 6411). **126**
5.4.1 Găuri de centrare lise. Forme şi dimensiuni. **126**

5.4.2 Recomandări de alegere a mărimii găurii de centrare. 126
5.4.3 Simbolizarea găurilor de centrare pe desen. 127
5.4.4 Dimensiunile simbolurilor. 127
5.4.5 Notare. 127
5.5 Inele elastice de rezemare. 128
5.5.1 Inele elastice excentrice pentru arbori (STAS 5848/2, DIN 471). 128
5.5.2 Inele elastice concentrice pentru arbori. 129
5.5.3 Inele elastice excentrice pentru alezaje (STAS 5848/3, DIN 472 130
5.5.4 Inele elastice concentrice pentru alezaje. 131
5.6 Verificarea arborilor şi osiilor. 132
5.6.1 Verificarea arborilor la solicitări compuse. 132
5.6.1.1 Valorile coeficientului α. 132
5.6.1.2 Tensiuni admisibile la predimensionarea osiilor şi arborilor 132
5.6.2 Verificarea la rezistenţă a osiilor. 132
5.6.3 Verificarea arborilor la oboseală. 133
5.6.3.1 Forma generală a concentratorilor de tensiuni $\beta_{k\sigma}$ ($\beta_{k\tau}$). 133
5.6.3.2 Calculul coeficienţilor de siguranţă la oboseală la arbori. 133
5.6.3.3 Coeficienţi de asimetrie a ciclului de solicitare. 134
5.6.3.4 Valorile coeficienţilor efectivi de concentrare $\beta_{k\sigma}$ şi $\beta_{k\tau}$. 135
5.6.3.5 Valorile factorilor dimensionali ε_σ şi ε_τ. 136
5.6.3.6 Valorile coeficientului de calitate a suprafeţei γ ($\gamma_\sigma \approx \gamma_\tau$). 136
5.6.3.7 Valorile raportului $\beta_{k\sigma}/\varepsilon_\sigma$ la asamblările presate. 136
5.7 Verificarea la deformaţii. 137
5.7.1 Stabilirea punctelor de aplicaţie a reacţiunilor din reazemele arborilor. 137
5.7.2 Expresiile $M_{i\,max}$, f_{max} şi α_{max} pentru câteva cazuri uzuale de rezemare şi încărcare. 138
5.7.3 Verificarea la deformaţii flexionale– valori admisibile pentru f_a şi α_a. 141
5.7.4 Verificarea la deformaţii torsionale θ_a. 141
5.7.5 Arborele echivalent pentru calculul la deformaţii. 142
5.8 Verificarea la vibraţii. 143
5.9 Momente de inerţie şi module de rezistenţă. 143
5.9.1 Momente de inerţie şi module de rezistenţă. 143
5.9.2 Momente de inerţie polare şi module de rezistenţă polare. 147
5.9.2.1 *Valorile coeficienţilor K_1 şi K_2. 147
5.9.2.2 ** Valorile coeficienţilor α şi β. 147
5.9.3 Module de rezistenţă şi module de rezistenţă polare. 147
5.10 Stabilirea forţelor în angrenaje. 149
5.11 Reacţiuni şi epura momentelor pe arborii din reductoare. 150
5.11.1 Arbore cu pinion cilindric. 150
5.11.2 Arbore cu pinion conic. 150
5.11.3 Arbore melcat. 151
5.12 Montarea roţilor dinţate pe arbori. 151
5.12.1 Arbori cu pinioane monobloc. 151
5.12.2 Montarea roţilor dinţate pe arbori 152
5.13 Desene de execuţie pentru arbori. 153
5.13.1 Arbore în trepte. 153
5.13.2 Arbore canelat. 154
5.13.3 Arbore filetat (şurub de forţă). 155

6. RULMENŢI.
6.1 Durabilitatea rulmenţilor. 156
6.1.1 Legea durabilităţii de bază la rulmenţi. 156
6.1.2 Sarcina dinamică echivalentă corectată. 158
6.1.3 Durabilitatea nominală corectată. 159
6.2 Sarcina statică de bază C_0. Sarcina statică echivalentă P_0. 159
6.3 Calculul rulmenţilor. 160

6.3.1 Calculul la sarcina dinamică de bază. **160**
6.3.2 Calculul la durabilitate. **161**
6.4 Clase de precizie şi clase de jocuri. **161**
6.4.1 Clase de precizie la rulmenţi. **161**
6.4.2 Recomandări de alegere a clasei de jocuri. **161**
6.5 Ajustajele rulmenţilor. **162**
6.5.1 Tipuri de încărcare a rulmenţilor. **162**
6.5.2 Mărimea sarcinii funcţie de tipul rulmentului şi raportul P/C. **162**
6.5.3 Ajustaje de montaj pentru rulmenţi. **162**
6.5.3.1 Ajustaje rulment – arbore. Câmpurile de toleranţă ale arborilor. **163**
6.5.3.2 Ajustaje rulment – carcasă. Câmpurile de toleranţă ale alezajelor carcaselor. **163**
6.6 Ungerea rulmenţilor. **163**
6.6.1 Vâscozităţi minime necesare ale uleiurilor pentru rulmenţi la t_f. **163**
6.6.2 Clase ISO de vâscozitate (ISO 3448). **164**
6.6.3 Alegerea vâscozităţii necesare a uleiului la temperatura de funcţionare **164**
6.6.4 Clase de consistenţă şi penetraţii la 25^{0}C (după NLGI*). **165**
6.7 Sarcini preluate de rulmenţi. **165**
6.8 Scheme de montaj. **166**
6.9 Montaje cu rulmenţi. **167**
6.10 Calculul sarcinii axiale totale pe rulmenţii radial-axiali încărcaţi combinat în montajele cu conducere reciprocă. **170**
6.11 Forţe rezultante pe rulmenţi funcţie de tipul angrenajelor. **171**
6.11.1 Angrenaj cilindric cu dinţi drepţi. **171**
6.11.2 Angrenaj cilindric interior cu dinţi drepţi. **172**
6.11.3 Angrenaj cilindric cu dinţi înclinaţi. **172**
6.11.4 Angrenaj cilindric cu dantura în V. **173**
6.11.5 Angrenaj conic cu dinţi drepţi. **174**
6.11.6 Angrenaj melcat cilindric. **175**
6.12 Montarea şi demontarea rulmenţilor. **176**
6.13 Valori orientative pentru coeficienţii de frecare la rulmenţi. **178**
6.14 Unghiuri de rotire admise pe lagăre. **178**
6.15 Reprezentarea în desen a rulmenţilor (STAS 8953). **179**
6.16 Oţeluri pentru rulmenţi (SR EN ISO 683 – 17 / 2002). **180**
6.16.1 Simbolizarea oţelurilor comparabile. **180**
6.17 Piuliţe şi şaibe pentru piuliţele rulmenţilor. **181**
6.17.1 Piuliţe pentru rulmenţi (STAS 5816). **181**
6.17.2 Şaibe pentru piuliţele rulmenţilor (STAS 5815). **182**

7. ROŢI DINŢATE. ANGRENAJE.
7.1 Elemente specifice transmisiilor. **183**
7.1.1 Randamente. **183**
7.1.2 Rapoarte de transmitere. **183**
7.1.3 Erori admise la rapoartele de transmitere standardizate. **183**
7.1.4 Rapoarte de transmitere la reductoare construcţii obişnuite. **184**
7.1.5 Angrenaje - valori standardizate ale modulului, raportului de transmitere şi distanţei axiale. **184**
7.1.6 Angrenaje melcate – valori ale modulului şi coeficientului diametral. **184**
7.1.7 Înălţimi la axe (STAS 2741). **185**
7.1.8 Turaţii tipizate: **185**
7.2 Angrenaje. Parametrii principali. **185**
7.2.1 Angrenaje cilindrice exterioare cu dinţi înclinaţi – parametrii principali (STAS 12223). **185**
7.2.2 Angrenaje cilindrice exterioare – alegerea unghiului de înclinare al dinţilor. **186**
7.2.3 Angrenaje cilindrice interioare cu dinţi înclinaţi – parametrii principali. **189**
7.2.4 Angrenaje conice cu dinţi drepţi – parametrii principali (STAS 12270) **190**
7.2.5 Angrenaje melcate cilindrice – parametrii principali (STAS 13023). **192**

7.2.6 Angrenaje cilindrice elicoidale cu profil în evolventă - parametrii principali. 194
7.2.6.1 Angrenaje elicoidale – unghiurile de înclinare β_1 şi β_2 în funcţie de raportul de transmitere 197
7.3 Alegerea coeficienţilor deplasărilor de profil. 197
7.3.1 Angrenaje cilindrice-valorile coeficienţilor deplasării de profil din condiţia $\eta_1 = -\eta_2$ 197
7.3.2 Angrenaje cilindrice-valorile coeficienţilor deplasării de profil din condiţia de rezistenţă la încovoiere a dinţilor. 197
7.3.3 Angrenaje cilindrice - coeficienţii deplasărilor de profil. 198
7.3.4 Angrenaje cilindrice- coeficienţii deplasărilor de profil din condiţia de rezistenţă la solicitarea de contact. 199
7.3.5 Angrenaje conice – coeficienţii deplasării de profil radiale (sistemul Gleason). 201
7.3.6 Angrenaje conice cu dinţi drepţi – coeficienţii deplasării de profil radiale. 202
7.3.7 Angrenaje conice cu dinţi curbi – coeficientul deplasării de profil radiale. 202
7.3.8 Angrenaje conice – coeficientul deplasării de profil tangenţiale (sistem ENIMS). 202
7.4 Angrenaje cilindrice. 203
7.4.1 Angrenaje cilindrice – coeficienţii de lăţime Ψ_a , Ψ_d şi Ψ_m. 203
7.4.2 Valori tipizate pentru ψ_a şi ψ_d. 204
7.4.3 Angrenaje cilindrice - lăţimea roţilor. 204
7.4.4 Lăţimea pinionului şi roţii conduse în reductoarele cilindrice. 204
7.4.5 Angrenaje cilindrice. Gradul de acoperire. 204
7.4.6 Angrenaje cilindrice. Numărul de dinţi la pinion. 205
7.4.6.1 Angrenaje cilindrice. Numărul minim de dinţi la pinion. 205
7.4.6.2 Numere minime de dinţi la pinioane cilindrice tăiate cu cuţit pieptene. 205
7.4.7 Angrenaje cilindrice cu dinţi drepţi – seria de 8 freze modul. 206
7.4.7.1 Angrenaje cilindrice cu dinţi drepţi – seria de 15 freze modul. 206
7.4.8 Valori orientative ale coeficienţilor de frecare la angrenajele cilindrice şi conice. 206
7.5 Angrenaje melcate. 206
7.5.1 Viteza de alunecare. 206
7.5.2 Gradul de acoperire în plan frontal median. 207
7.5.2.1 Gradul de acoperire echivalent mediu. 207
7.5.3 Unghiul elicei melcului. 207
7.5.4 Numărul minim de dinţi la roata melcată. 207
7.5.5 Lungimea melcului şi lăţimea roţii melcate. 208
7.5.6 Coeficienţi de frecare şi unghiuri de frecare. 208
7.5.7 Randamente. 209
7.5.8 Verificarea la încălzire. 209
7.6 Construcţia roţilor dinţate. 210
7.6.1 Roţi dinţate cilindrice. 210
7.6.2 Roţi dinţate conice. 211
7.6.3 Roţi melcate. 211
7.6.4 Degajări la danturare. 212
7.6.4.1 Prelucrarea pinioanelor monobloc (caneluri în evolventă) cu freze melc. 212
7.6.4.2 Diametrul frezei melc funcţie de diametrul exterior al pinionului (canelurii). 212
7.6.4.3 Degajarea pentru ieşirea cuţitului roată la danturarea blocurilor baladoare. 212
7.6.4.4 Degajarea pentru ieşirea frezei melc. 213
7.6.4.5 Degajare pentru ieşirea cuţitului roată la danturarea blocurilor baladoare cilindrice cu dinţi drepţi. 213
7.6.4.6 Degajarea pentru ieşirea frezei melc la danturarea roţilor cilindrice cu dinţi în V. 214
7.7 Trepte de precizie. 214
7.7.1 Angrenaje cilindrice şi conice 214
7.7.2 Angrenaje melcate. 214
7.8 Desene de execuţie pentru roţi dinţate. 215
7.8.1 Roată dinţată cilindrică. 215
7.8.2 Roată dinţată conică. 216
7.8.3 Melc. 217

7.8.4 Roată melcată. 218
7.9 Reprezentarea roţilor dinţate şi angrenajelor (STAS 734, ISO 2203). 219
7.10 Scheme cinematice reductoare. 220
7.11 Ungerea angrenajelor. 221
7.11.1 Recomandări de alegere a vâscozităţii cinematice a uleiului pentru ungerea roţilor dinţate din oţel din transmisii închise (cSt sau 10^6 m^2/s). 222
7.11.2 Recomandări de alegere a vâscozităţii uleiului pentru transmisii melcate (cSt sau 10^6 m^2/s). 222

8. CARCASE REDUCTOARE. ACCESORII CARCASĂ.
8.1 Carcasă reductor. Mărimi principale 223
8.1.1 Recomandări constructive pentru carcase turnate 225
8.1.2 Recomandări generale pentru carcase turnate 226
8.1.3 Bosaje pentru capacele rulmenţilor 227
8.1.4 Şuruburi de strângere a carcasei reductorului. 227
8.2 Capace frontale şi pahare pentru fixarea rulmenţilor. 230
8.2.1 Capace frontale fixate cu şuruburi. 230
8.2.2 Capace frontale îngropate. 230
8.2.3 Pahare pentru rulmenţi 230
8.2.4 Degajare pentru rulmenţi. 231
8.2.5 Capace frontale pentru rulmenţi. 231
8.2.6 Capace frontale îngropate. 232
8.2.7 Bosaje interioare pentru montarea rulmenţilor. 232
8.3 Accesorii carcasă. 232
8.3.1 Dopuri de golire cu filet metric. 232
8.3.2 Dopuri de golire cu filet în ţoli. 233
8.3.3 Canale de scurgere a lubrifiantului din carcasă. 233
8.3.4 Indicatoare de nivel de ulei. 233
8.3.4.1 Joje filetate şi lise. 233
8.3.4.2 Amplasarea jojei în carcasa reductorului. 233
8.3.4.3 Vizoare de nivel de ulei. 234
8.3.5 Aerisitoare. 234
8.3.6 Capace de vizitare. 234
8.3.7 Inele de ridicare (inele şurub). 235
8.3.8 Inele şi umeri de ridicare. 236
8.3.9 Cuplarea motorului electric la reductor. 236
8.4 Etanşări. 237
8.4.1 Manşete de rotaţie cu buză de etanşare (DIN 3760, STAS 7950). Dimensiuni. 237
8.4.1.1 Manşete de rotaţie. Viteze periferice admise. Presiuni admisibile de etanşare. 238
8.4.1.2 Manşete de rotaţie tip SIMRIT. 239
8.4.1.3 Manşete de rotaţie. Montare. 239
8.4.2 Etanşări cu inele de pâslă (DIN 5419, STAS 6577). 240
8.4.3 Etanşări cu canale circulare, fante şi inele de pâslă. 240
8.4.4 Etanşări cu labirinţi. 241
8.4.5 Etanşări centrifugale şi combinate. 242
8.4.6 Alegerea orientativă a dispozitivelor de etanşare. 242
8.4.7 Alegerea dispozitivelor de etanşare pentru lagărele cu rulmenţi. 243
8.5 Dispozitive de ungere. 244
8.5.1 Ungătoare cu bilă. 244
8.5.1.1 Ungătoare cu bilă (DIN 71412). 245
8.5.1.2 Ungătoare cu bilă (DIN 3410). 245
8.5.2 Ungătoare cu pâlnie (DIN 3410). 245
8.6 Desene de execuţie. 246
8.6.1 Casetă pentru rulmenţi. 246
8.6.2 Capac pentru rulmenţi. 246

9. REDUCTOARE CU O TREAPTĂ. SOLUȚII CONSTRUCTIVE.

9.1 Reductoare cilindrice. 248
9.1.1 Reductoare cilindrice cu axele în plan orizontal. 248
9.1.2 Reductoare cilindrice cu axele în plan vertical 251
9.1.3 Reductor cilindric cu axele verticale. 252
9.1.4 Reductor cilindric special (cu două pinioane). 253
9.2 Reductoare conice. 254
9.2.1 Reductor conic cu axele în plan orizontal. 254
9.2.2 Reductor conic cu axele în plan orizontal, fără consolă la pinion. 255
9.2.3 Reductor conic cu arborele de intrare în plan vertical. 257
9.2.4 Reductor conic cu arborele de ieșire în plan vertical. 258
9.2.5 Reductor conic cu unghiul dintre axe diferit de 90^0. 259
9.3 Reductoare melcate. 260
9.3.1 Reductoare melcate cu melcul amplasat sub roata melcată. 260
9.3.2 Reductoare melcate cu melcul amplasat deasupra roții melcate. 261
9.3.3 Reductor melcat cu roata melcată în plan orizontal. 265
9.4 Reductoare. Componență organologică. 266

10. MECANISME CU ȘURUB ȘI PIULIȚĂ.

10.1 Soluții constructive. 267
10.1.1 Prese cu piuliță fixă. 267
10.1.1.1 Presa cu piuliță fixă cu coloane. 267
10.1.1.2 Presă cu piuliță fixă cu corp din profil laminat 268
10.1.1.3 Presă cu piuliță fixă cu batiu în consolă 269
10.1 1.4 Presă cu piuliță fixă cu batiu în consolă 270
10.1.2 Prese cu piuliță rotitoare. 271
10.1.2.1 Presă cu piuliță rotitoare cu două coloane. 271
10.1.2.2 Presă cu piuliță rotitoare cu batiu în consolă. 272
10.1.2.3 Presă de banc pentru piese de dimensiuni mici. 273
10.1.3 Cric cu piuliță fixă. 274
10.1.3.1 Cric cu piuliță fixă, cu corp turnat și manivelă. 274
10.1.3.2 Cric cu piuliță fixă, cu corp sudat și manivelă. 275
10.1.3.3 Cric cu piuliță fixă, pentru sarcini mari. 276
10.1.3.4 Cric cu piuliță fixă, acționat prin clichet vertical. 277
10.1.3.5 Cric cu piuliță fixă, acționat prin clichet orizontal. 278
10.1.3.6 Cric dublu 279
10.1.4 Cricuri cu piuliță rotitoare. 280
10.1.4.1 Cric cu piuliță rotitoare, cu corp turnat și clichet vertical. 280
10.1.4.2 Cric cu piuliță rotitoare, cu corp sudat și clichet orizontal. 281
10.1.4.3 Cric cu piuliță rotitoare, cu corp sudat și clichet orizontal. 282
10.1.5 Menghine. 283
10.1.5.1 Menghină paralelă cu falcă fixă. 283
10.1.5.2 Menghină cu șurub rotitor și falcă fixă. 284
10.1.6 Extractoare. 285
10.1.7 Dispozitive de fixare și poziționare 286
10.1.8 Ancore 288
10.2 Scheme structurale. Diagrame de forțe și momente. 289
10.2.1 Presă cu piuliță fixă. 289
10.2.2 Presă cu piuliță rotitoare cu două coloane. 289
10.2.3 Presă cu piuliță rotitoare cu o coloană. 290
10.2.4 Cric cu piuliță fixă. 290
10.2.5 Cric cu șurub șu piuliță rotitoare. 291
10.2.6 Cric cu șurub și piuliță rotitoare. 291
10.3 Accesorii. 292
10.3.1 Roți de manevră. 292

10.3.1.1 Roţi de manevră de uz general tip I – plate (STAS 2723). 292
10.3.1.2 Roţi de manevră de uz general tip II- cu spiţe înclinate (STAS 2723). 292
10.3.1.3 Roţi de manevră de uz general - cota e pentru variantele A şi B. 293
10.3.1.4 Roţi de manevră (DIN 3220). 293
10.3.1.5 Roţi de manevră (DIN 950). 294
10.3.1.6 Roţi de manevră (DIN 950) – canalul de pană. 294
10.3.2 Mânere. 295
10.3.2.1 Mâner cu cep filetat (STAS 8781). 295
10.3.2.2 Mâner cu cep nefiletat (STAS 8785). 296
10.3.2.3 Mâner cu cap sferic (STAS 1133, DIN 99). 296
10.3.2.4 Cap sferic pentru mânere (DIN 319). 297
10.3.2.5 Cap sferic pentru mânere (STAS 1130). 298
10.3.2.6 Materiale pentru capete sferice (STAS 1130). 298
10.3.3 Piuliţe cu mânere demontabile (STAS 9078). 299
10.3.4 Şaibe speciale (SR 8461). 299
10.3.4.1 Şaibe cu gaură teşită – forma A. 299
10.3.4.2 Şaibă cu locaş conic – forma B. 300
10.3.4.3 Şaibă cu suprafaţă de aşezare sferică – forma C. 300
10.3.5 Canale T (SR 1385, DIN 650, ISO 299). 301
10.3.5.1 Canale T. Dimensiuni. 301
10.3.5.2 Canale T. Rugozitatea suprafeţelor. 302
10.3.5.3 Canale T. Pasul canalelor 302
10.4 Desene de execuţie. 303
10.4.1 Desen de execuţie pentru piuliţa fixă. 303
10.4.2 Desen de execuţie pentru şurubul de forţă. 304
10.5 Toleranţe pentru elementele şuruburilor conducătoare. 305

11. MATERIALE.
11.1 Oţeluri. Simbolizare (SR EN 100027). 306
11.1.1 Simbolizarea alfanumerică a oţelurilor în funcţie de utilizare şi caracteristici mecanice sau fizice (SR EN 10027-1). 306
11.1.1.1 Oţeluri de construcţii. 306
11.1.1.2 Oţeluri pentru construcţii mecanice 306
11.1.2 Simbolizarea alfanumerică a oţelurilor în funcţie de compoziţia chimică (SR EN 10027-1). 307
11.1.2.1 Oţeluri nealiate cu un conţinut mediu de mangan < 1% (cu excepţia oţelurilor pentru automate). 307
11.1.2.2 Oţeluri nealiate cu un conţinut mediu de mangan ≥ 1%, oţeluri nealiate pentru automate şi oţeluri aliate (cu excepţia oţelurilor rapide) la care conţinutul mediu al fiecărui element de aliere este < 5%. 308
11.1.3 Simboluri care indică condiţii speciale pentru produsele de oţel. 308
11.1.4 Simboluri care indică tipul de acoperire pentru produsele de oţel. 309
11.1.5 Simboluri care indică o condiţie de tratament termic pentru produsele de oţel. 309
11.1.6 Simbolizarea numerică a oţelurilor (SR EN 10027-2). 310
11.1.6.1 Structura simbolizărilor numerice. 310
11.1.6.2 Grupe de oţel –oţeluri nealiate. 310
11.1.6.3 Grupe de oţel – oţeluri aliate. 311
11.2 Oţeluri de construcţie nealiate (SR EN 10025). 312
11.2.1 Mărci şi clase de calitate. 312
11.2.2 Notare. 312
11.2.3 Procedee de elaborare. 313
11.2.4 Metode de dezoxidare. 313
11.2.5 Stare de livrare. 313
11.2.6 Compoziţia chimică a oţelurilor de construcţie nealiate. 314
11.2.7 Conţinutul de carbon echivalent. 315

11.2.8	Caracteristici mecanice.	316
	11.2.8.1 Limita de curgere şi rezistenţa la tracţiune.	316
	11.2.8.2 Alungirea procentuală minimă (%).	317
	11.2.8.3 Energia de rupere KV la încovoiere prin şoc.	318
11.2.9	Proprietăţi tehnologice.	318
11.2.10	Sudabilitatea.	319
11.2.11	Oţeluri de construcţie nealiate (SR EN 10025) – corespodenţe.	319
11.2.12	Corespondenţe DIN 17100 – SR EN 10025.	320
11.2.13	Oţeluri nealiate de construcţii – domenii de utilizare.	320
11.3	Oţeluri nealiate şi oţeluri aliate pentru călire şi revenire (SR EN 10083).	320
11.3.1	Corespondenţe oţeluri de calitate nealiate (SR EN 10083-2).	320
11.3.2	Corespondenţe oţeluri nealiate şi aliate.	321
11.3.3	Comparaţie între mărcile de oţel cu alte standarde naţionale.	322
11.3.4	Oţeluri nealiate - caracteristici mecanice în stare normalizată.	324
11.3.5	Oţeluri nealiate - caracteristici mecanice în stare călită şi revenită.	324
11.3.6	Oţeluri nealiate – condiţii de tratament termic.	325
11.3.7	Oţeluri nealiate – duritatea minimă a benzilor în stare călită.	325
11.3.8	Oţeluri nealiate – caracteristici mecanice în stare normalizată.	326
11.3.9	Oţeluri pentru călire şi revenire – duritatea minimă a benzilor în stare călită.	326
11.3.10	Oţeluri de călire şi revenire – caracteristici mecanice în stare călită şi revenită.	327
11.3.11	Oţeluri de călire şi revenire – condiţii de tratament termic.	328
11.3.12	Mărci de oţel (SR EN 10083-1) – compoziţie chimică.	329
11.3.13	Oţeluri nealiate pentru călire şi revenire – domenii de utilizare.	330
11.3.14	Oţeluri aliate pentru călire şi revenire – domenii de utilizare.	330
11.3.15	Indicaţii de utilizare a oţelurilor nealiate de călire şi revenire în funcţie de dimensiuni.	330
11 4	Oţeluri de cementare (SR EN 10084).	331
11.4.1	Mărci şi rezistenţe minime la tracţiune funcţie de diametru, după călirea şi revenirea la 200^{0}C.	331
11.4.2	Oţeluri de cementare – compararea mărcilor de oţel.	332
11.4.3	Tratamentul termic al oţelurilor de cementare (SR EN 10084).	333
11.4.4	Oţeluri de cementare - stări uzuale de tratament termic la livrare.	334
11.5	Oţeluri de nitrurare (SR EN 10085).	335
11.5.1	Oţeluri de nitrurare (SR EN 10085) - caracteristici mecanice în starea +Q (călit şi revenit).	335
11.5.2	Oţeluri de nitrurare – tratament termic.	335
11.5.3	Duritatea în starea recopt pentru înmuiere.	336
11.6	Fonte.	336
11.6.1	Simbolizarea fontelor de turnătorie (SR EN 1560).	336
11.6.2	Fonte cu grafit lamelar – mărci (SR EN 1561).	337
	11.6.2.1 Simbolizarea în funcţie de rezistenţa de rupere la tracţiune.	337
	11.6.2.2 Simbolizare în funcţie de duritatea Brinell.	337
	11.6.2.3 Caracterisitici mecanice (DIN EN 1561).	337
11.6.3	Fonte maleabile (SR EN 1562).	337
	11.6.3.1 Fonte maleabile cu miez alb – mărci.	337
	11.6.3.2 Fonte maleabile cu miez negru – mărci.	338
	11.6.3.3 Fonte maleabile cu miez negru-caracterisitici mecanice (DIN EN 1562).	338
11.6.4	Fonte cu grafit nodular.	338
	11.6.4.1 Mărci (SR EN 1563) - simbolizare funcţie de caracteristicile mecanice (R_m şi A%).	338
	11.6.4.2 Simbolizarea fontelor cu grafit nodular în funcţie de duritate.	339
	11.6.4.3 Caracteristici mecanice (DIN EN 1563).	339
11.7	Bronzuri (EN 1982, EN 12163).	340
11.8	Babbituri (DIN ISO 4381).	341
11.9	Relaţii între caracteristicile mecanice.	341
11.9.1	Relaţii între rezistenţa de rupere la tracţiune şi alte caracteristici mecanice.	341

11.9.2	Relaţii între caracteristicile mecanice de rezistenţă la solicitări variabile.	**341**
11.9.3	Oţeluri de construcţii şi oţeluri nealiate de călire şi revenire-rezistenţe admisibile.	**342**
11.9.4	Fonte – rezistenţe admisibile.	**343**
11.9.5	Şuruburi de mişcare – tensiuni admisibile şi coeficienţi de frecare.	**344**
11.9.6	Tensiuni admisibile la întindere (compresiune) în calculul şuruburilor de mişcare.	**344**
11.9.7	Tensiuni admisibile la şuruburi cu filet metric cu întinderea necontrolată.	**344**
11.9.8	Sarcini admisibile pentru şuruburi cu filet metric.	**345**
11.9.9	Coeficienţi de siguranţă în calculul şuruburilor de fixare.	**345**
11.10	Tratamente termice.	**345**
11.10.1	Tratamente de suprafaţă – clasificare.	**345**
11.10.2	Tratamente termochimice.	**346**
11.10.3	Influenţa principalelor elemente de aliere asupra caracteristicilor oţelurilor.	**346**

12. BIBLIOGRAFIE **347**

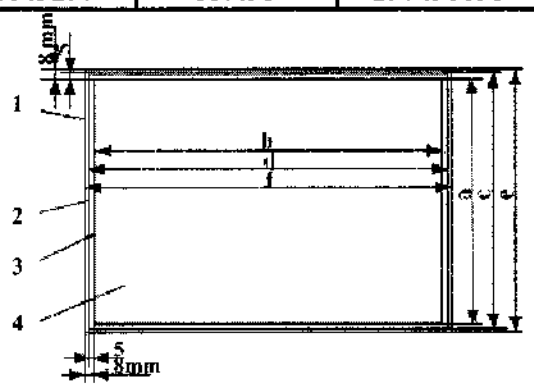
1. DESEN TEHNIC INDUSTRIAL.

1.1 DESENE TEHNICE. FORMATE (SR ISO 5457).

Tabelul 1.1

Formate preferenţiale		Formate speciale		Formate excepţionale	
Simbol	**a x b mm**	**Simbol**	**a x b mm**	**Simbol**	**a x b mm**
A0	841 x 1189	A3 x 3	420 x 891	A0 x 2*	1189 x 1682
A1	594 x 841	A3 x 4	420 x 1189	A0 x 3**	1189 x 2523
A2	420 x 594	A4 x 3	297 x 630	A1 x 3	841 x 1783
A3	297 x 420	A4 x 4	297 x 841	A1 x 4	841 x 2378
A4	210 x 297	A4 x 5	297 x 1051	A2 x 4	594 x 1682
				A2 x 5	594 x 2102
				A3 x 5	420 x 1486
				A3 x 6	420 x 1783
				A3 x 7	420 x 2080
				A4 x 6	297 x 1261
				A4 x 7	297 x 1471
				A4 x 8	297 x 1682
				A4 x 9	297 x 1892

1-coală de desen
2-contur decupare desen original
3-contur decupare copie desen original
4-format



* Corespunde formatului 2A0 din seria preferenţială.
** Din considerente practice nu se recomandă.

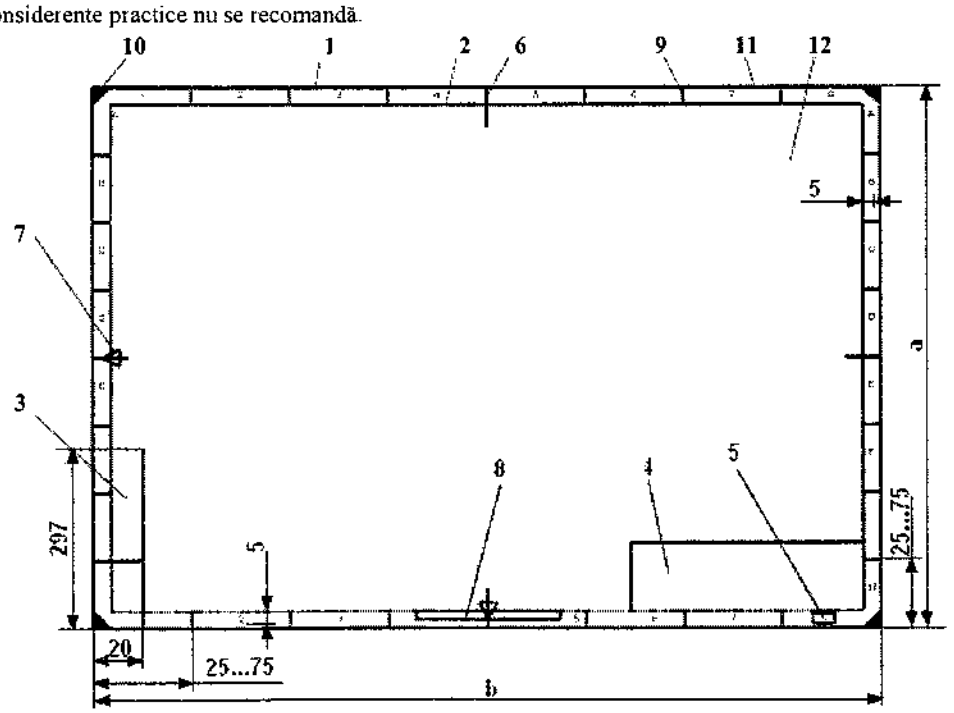


Fig.1.1 Format

1 - zonă neutră ; 2 – chenar ; 3 – fâşie de îndosariere ; 4 – indicator ; 5 – loc de notare ; 6 – reper de centrare ; 7 – reper de orientare ; 8 – gradaţie metrică de referinţă ; 9 – reţea de coordonate ; 10 – unghi de tăiere ; 11 – contur pentru decuparea copiei ; 12 – câmpul desenului

1.2 DESENE TEHNICE. SCĂRI (SR EN ISO 5455).

Tabelul 1.2

Categoria	Scări recomandate		
Scara de mărime naturală	1 : 1		
Scări de mărire	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 2	10 : 1
Scări de reducere	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5000	1 : 10 1 : 100 1 : 1000 1 : 10000

1.3 DESENE TEHNICE. INDICATORUL (SR ISO 7200).

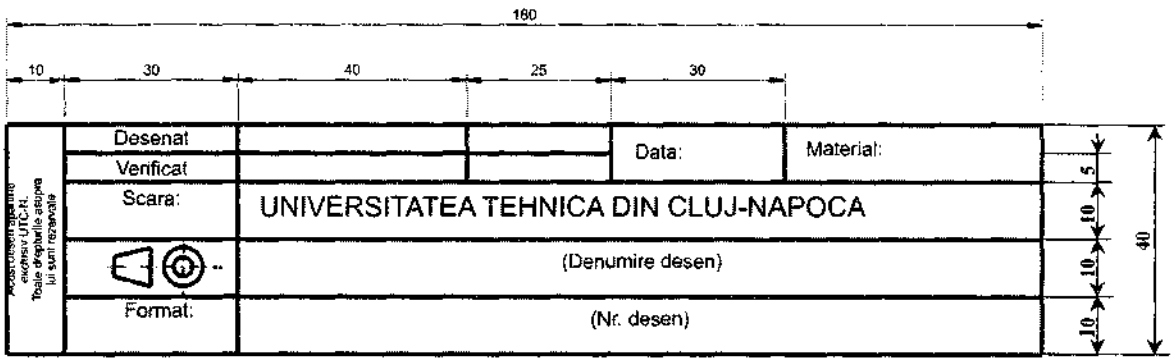


Fig.1.2 Indicatorul

1.4 DESENE TEHNICE. TABELUL DE COMPONENŢĂ (SR ISO 7573).

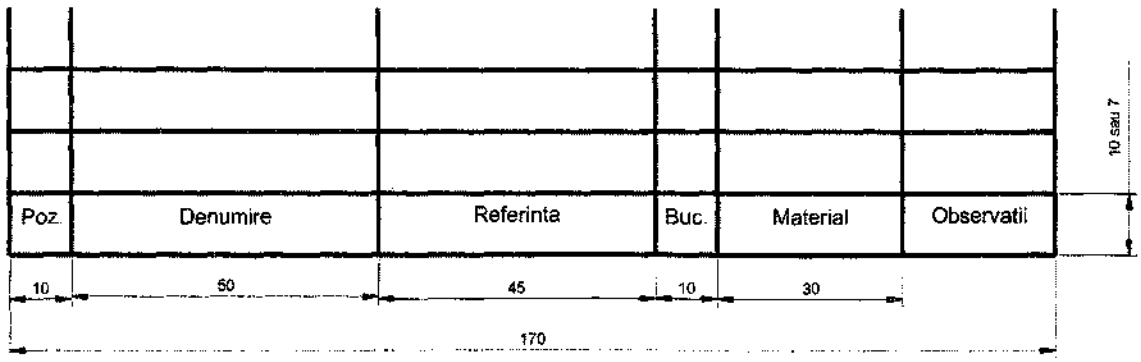


Fig.1.3 Tabelul de componenţă

1.5 ÎMPĂTURIREA DESENELOR (STAS 74).

Desenele se împăturesc la formatul A4, considerat drept model. Împăturirea în scopul perforării pentru îndosariere se face conform schemelor din figura 1.4.

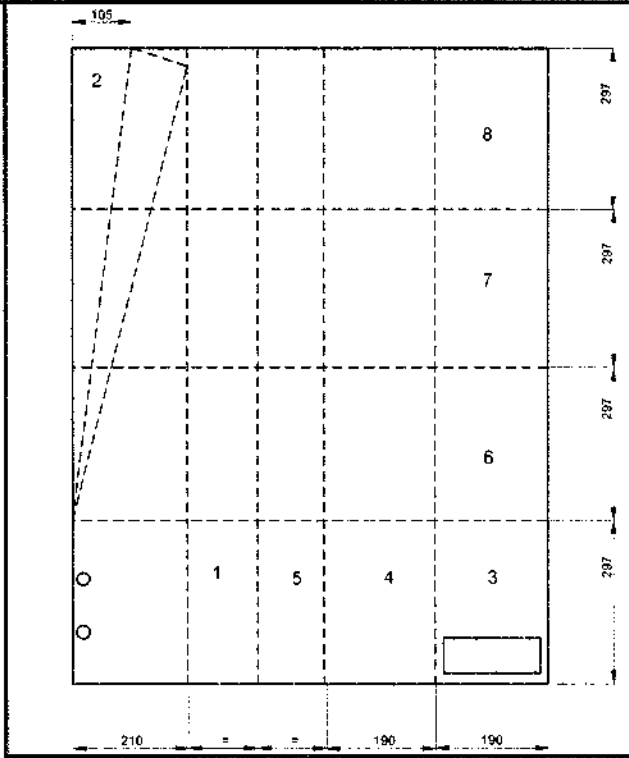
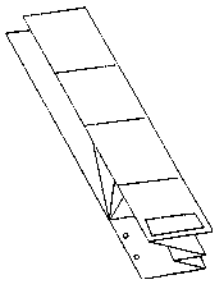
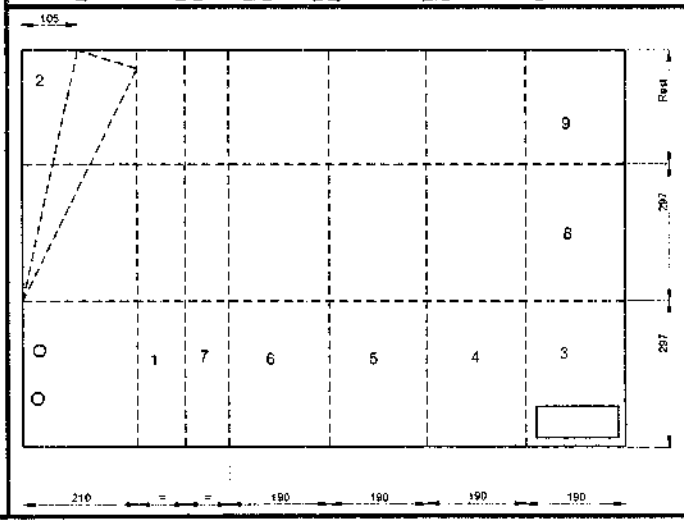
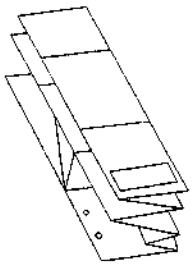
Format	Schema de împăturire	Împăturire	
		longitudinală	transversală
A0 (841x1189 mm)			
			

Fig.1.4 Împăturirea desenelor

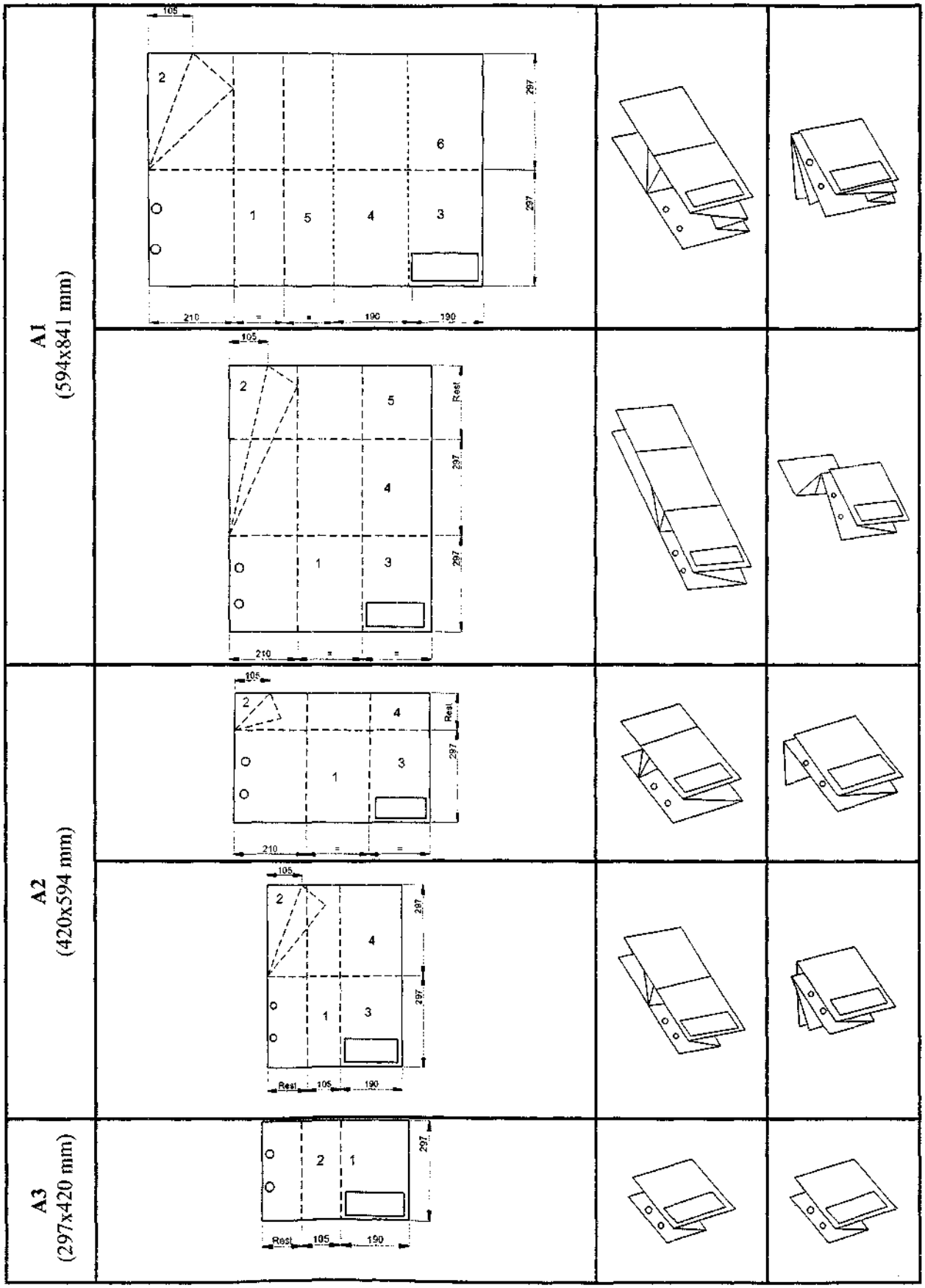


Fig.1.4 – continuare

1.6 DIMENSIUNI LINIARE NORMALE (STAS 75, DIN 323).

Tabelul 1.3

Şirul R 5	Şirul R 10	Şirul R 20	Şirul R 40
1,00	1,00	1,00	1,00
			1,06
		1,12	1,12
			1,18
	1,25	1,25	1,25
			1,32
		1,40	1,40
			1,50
1,60	1,60	1,60	1,60
			1,70
		1,80	1,80
			1,90
	2,00	2,00	2,00
			2,12
		2,24	2,24
			2,36
2,50	2,50	2,50	2,50
			2,65
		2,80	2,80
			3,00
	3,15	3,15	3,15
			3,35
		3,55	3,55
			3,75
4,00	4,00	4,00	4,00
			4,25
		4,50	4,50
			4,75
	5,00	5,00	5,00
			5,30
		5,60	5,60
			6,00
6,30	6,30	6,30	6,30
			6,70
		7,10	7,10
			7,50
	8,00	8,00	8,00
			8,50
		9,00	9,00
			9,50
10,00	10,00	10,00	10,00

$R\,5 : q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1{,}6$; $R\,10 : q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1{,}25$

$R\,20 : q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1{,}12$; $R\,40 : q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1{,}06$

1.6.1 Şirul R 80.

Tabelul 1.4

R 40	R 80	R 40	R 80	R 40	R 80	R 40	R 80	R 40	R 80
1,00	1,00	1,60	1,60	2,50	2,50	4,00	4,00	6,30	6,30
	1,03		1,65		2,58		4,12		6,50
1,06	1,06	1,70	1,70	2,65	2,65	4,25	4,25	6,70	6,70
	1,09		1,75		2,72		4,37		6,90
1,12	1,12	1,80	1,80	2,80	2,80	4,50	4,50	7,10	7,10
	1,15		1,85		2,90		4,62		7,30
1,18	1,18	1,90	1,90	3,00	3,00	4,75	4,75	7,50	7,50
	1,22		1,95		3,07		4,87		7,75
1,25	1,25	2,00	2,00	3,15	3,15	5,00	5,00	8,00	8,00
	1,28		2,06		3,25		5,15		8,25
1,32	1,32	2,12	2,12	3,35	3,35	5,30	5,30	8,50	8,50
	1,36		2,18		3,45		5,45		8,75
1,40	1,40	2,24	2,24	3,55	3,55	5,60	5,60	9,00	9,00
	1,45		2,30		3,65		5,80		9,25
1,50	1,50	2,36	2,36	3,75	3,75	6,00	6,00	9,50	9,50
	1,55		2,43		3,87		6,15		9,75

Observaţie: Şirul R 80 este un şir de dimensiuni suplimentare care se va utiliza în cazuri justificate dacă dimensiunile din şirurile de bază nu sunt acoperitoare;

$R\,80 : q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1{,}03$.

1.7 UNGHIURI NORMALE

Tabelul 1.5

şirul 1	şirul 2	şirul 3	şirul 1	şirul 2	şirul 3	şirul 1	şirul 2	şirul 3
0^0	0^0	0^0		10^0	10^0			70^0
		$0^0\,15'$			12^0		75^0	75^0
	$0^0\,30'$	$0^0\,30'$	15^0	15^0	15^0			80^0
		$0^0\,45'$			18^0			85^0
	1^0	1^0		20^0	20^0	90^0	90^0	90^0
		$1^0\,30'$			22^0			100^0
	2^0	2^0			25^0			110^0
		$2^0\,30'$	30^0	30^0	30^0	120^0	120^0	120^0
	3^0	3^0			35^0			135^0
		4^0			40^0			150^0
5^0	5^0	5^0	45^0	45^0	45^0			180^0
		6^0			50^0			270^0
		7^0			55^0			360^0
	8^0	8^0	60^0	60^0	60^0			
		9^0			65^0			

1.8 UNGHIURI NORMALE DE PRISME ŞI ÎNCLINĂRI NORMALE (STAS 2285-2; ISO 2538)

Tabelul 1.6

Valori nominale					Valori calculate		
Unghiul prismei				Înclinarea prismei S	Panta prismei C_p	Înclinarea prismei S	Unghiul prismei β
Şirul 1		Şirul 2					
β	β/2	β	β/2				
120^0	60^0	-	-	-	1 : 0,288675	-	-
90^0	45^0	-	-	-	1 : 0,500000	-	-
-	-	75^0	$37^030'$	-	1 : 0,651613	1 : 0,267492	-
60^0	30^0	-	-	-	1 : 0,866025	1 : 0,577350	-
45^0	$22^030'$	-	-	-	1 : 1,207107	1 : 1,000000	-
-	-	40^0	20^0	-	1 : 1,373739	1 : 1,191754	-
30^0	15^0	-	-	-	1 : 1,866025	1 : 1,732051	-
20^0	10^0	-	-	-	1 : 2,835641	1 : 2,747477	-
15^0	$7^030'$	-	-	-	1 : 3,797877	1 : 3,732051	-
-	-	10^0	5^0	-	1 : 5,715026	1 : 5,671282	-
-	-	8^0	4^0	-	1 : 7,150335	1 : 7,115370	-
-	-	7^0	$3^030'$	-	1 : 8,171928	1 : 8,144346	-
-	-	6^0	3^0	-	1 : 9,540568	1 : 9,514365	-
-	-	-	-	1 : 10	-	-	$5^042'38,1"$
5^0	$2^030'$	-	-	-	1 : 11,451883	1 : 11,430052	-
-	-	4^0	2^0	-	1 : 14,318127	1 : 14,300666	-
-	-	3^0	$1^030'$	-	1 : 19,094230	1 : 19,081137	-
-	-	-	-	1 : 20	-	-	$2^051'44,7"$
-	-	2^0	1^0	-	1 : 28,644981	1 : 28,636962	-
-	-	-	-	1 : 50	-	-	$1^08'44,7"$
-	-	1^0	30'	-	1 : 57,294325	1 : 57,289962	-
-	-	-	-	1 : 100	-	-	34' 22,6"
-	-	30'	15'	-	1:114,590832	1:114,588650	-
-	-	-	-	1 : 200	-	-	17' 11,3"
-	-	-	-	1 : 500	-	-	6' 52,5"

Observaţii: Înclinarea prismei S se defineşte ca raport între diferenţa înălţimilor H şi h, măsurate în două secţiuni ale prismei şi distanţa L între secţiunile respective (fig.6 STAS 2285-2);
Panta prismei C_p este raportul între diferenţa grosimilor T şi t, măsurate în două secţiuni ale prismei, şi distanţa L între secţiunile respective (fig.7 STAS 2285-2); planul bisector al prismei E_M trece prin muchia prismei şi împarte unghiul prismei β în două părţi egale.

$$S = \frac{H-h}{L} = tg\beta\,;\; C_p = \frac{T-t}{L} = 2tg\frac{\beta}{2}$$

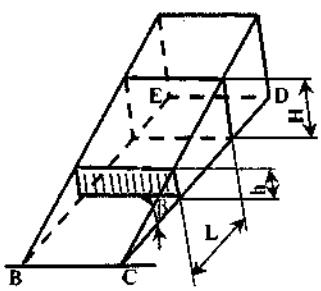


Fig.1.5 Înclinarea prismei

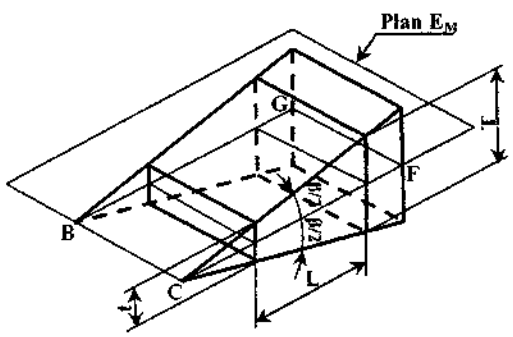


Fig.1.6 Panta prismei

1.9 CONICITĂŢI. UNGHIURI DE CONURI. UNGHIURI DE ÎNCLINARE (STAS 2285-1, ISO 1119).

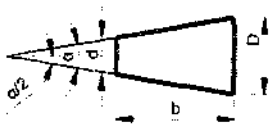


Fig.1.7 Conicităţi

Tabelul 1.7

Conicităţi K		Unghiul conului α		Unghiul de înclinare α/2	
		grade	radiani	grade	radiani
1 : 500	0,002000	6' 52,5"	0,002000	3' 26,25"	0,001000
1 : 200	0,005000	17' 11,3"	0,005000	8' 35,55"	0,002500
1 : 100	0,010000	31' 22,6"	0,010000	17' 11,3"	0,005000
1 : 50	0,020000	1^0 8' 45,2"	0,019999	31' 22,6"	0,009999
1 : 30	0,033333	1^0 51' 31,9"	0,033330	57' 17,45"	0,016665
1 : 20	0,050000	2^0 51' 51,1"	0,049989	1^0 25' 55,55"	0,024994
1 : 15	0,066666	3^0 49' 5,9"	0,066642	1^0 54' 32,95"	0,033321
1 : 12	0,083333	4^0 46' 18,8"	0,083285	2^0 23' 9,4"	0,041642
1 : 10	0,100000	5^0 43' 29,3"	0,099916	2^0 51' 44,65"	0,049958
1 : 8	0,125000	7^0 9' 9,6"	0,124837	3^0 34' 34,8"	0,062418
1 : 7	0,142857	8^0 10' 16,4"	0,142614	4^0 5' 8,2"	0,071307
1 : 6	0,166666	9^0 31' 38,2"	0,166282	4^0 45' 49,1"	0,083141
1 : 5	0,200000	11^0 25' 16,3"	0,199337	5^0 42' 38,15"	0,099668
1 : 4	0,250000	14^0 15' 0,1"	0,248710	7^0 7' 44,35"	0,124355
1 : 3	0,333333	18^0 55' 28,7"	0,330297	9^0 27' 44,35"	0,165148
30^0	0,535898	30^0	0,523598	15^0	0,261799
45^0	0,828426	45^0	0,785398	22^0 30'	0,392699
60^0	1,154701	60^0	1,047197	30^0	0,523598
75^0	1,534653	75^0	1,308997	37^0 30'	0,654498
90^0	2,000000	90^0	1,570796	45^0	0,785398
120^0	3,464103	120^0	2,094395	60^0	1,047197

Observaţie: Conicitatea este : $K = \frac{D-d}{b} = 2 \cdot tg\frac{\alpha}{2}$. Valorile din tabel tipărite cu aldine sunt preferenţiale.

1.10 RAZE NORMALE DE RACORDARE (STAS 406).

Tabelul 1.8

Şirul I	Şirul II	Şirul I	Şirul II	Şirul I	Şirul II
0,1	0,1	6,0	6,0		56
0,2	0,2		8,0	63	63
	0,3	10	10		70
0,4	0,4		12	80	80
	0,5	16	16		90
0,6	0,6		18	100	100
	0,8	20	20		110
1,0	1,0		22	125	125
	1,2	25	25		140
1,6	1,6		28	160	160
	2,0	32	32		180
2,5	2,5		36	200	200
	3,0	40	40		220
4,0	4,0		45	250	250
	5,0	50	50		

1.10.1 Raze de racordare şi teşituri – valori tipizate.

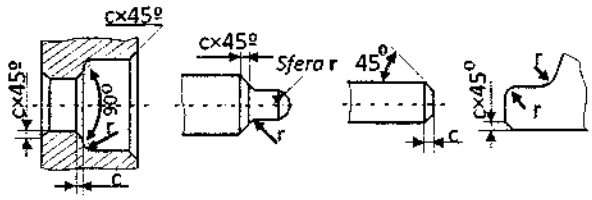


Fig.1.8 Raze de racordare şi teşituri

Tabelul 1.8.1

şirul 1	şirul 2	şirul 1	şirul 2	şirul 1	şirul 2
0,1	0,2	2,5	2,0	25	20
0,4	0,3	4,0	3,0	40	32
0,6	0,5	6,0	5,0	60	50
1,0	0,8	10	8,0	100	80
1,6	1,2	16	12	160	125

1.11 NOTAREA STĂRII SUPRAFEŢELOR (STAS 612, SR ISO 1302).

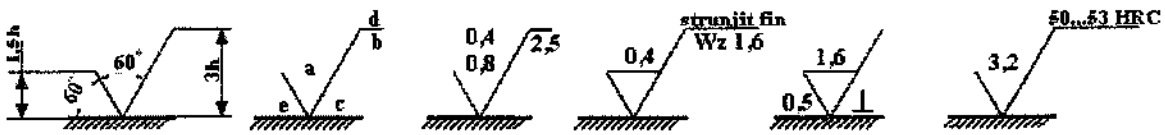


Fig.1.9 Notarea stării suprafeţelor

a – parametrul de profil caracteristic (principal) – de regulă R_a (nu se notează simbolic);
b – valoarea numerică a lungimii de bază, în mm, dacă aceasta diferă de cea indicată în tabelul 1.9, sau alţi parametrii de profil;
c – simbolul orientării neregularităţilor (tabelul 1.10);
d – denumirea procedeului tehnologic, date privind TT sau de suprafaţă;
e – adaosul de prelucrare prescris, în mm.

1.12 VALORI NUMERICE ALE PARAMETRILOR DE PROFIL.

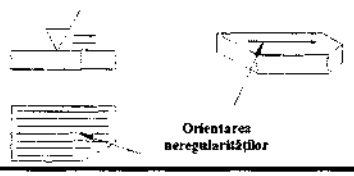
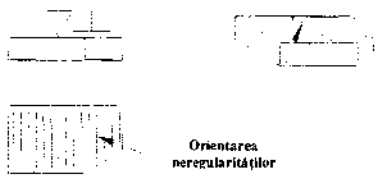
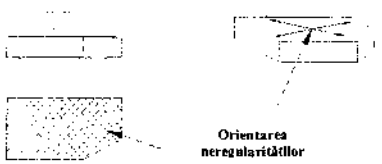
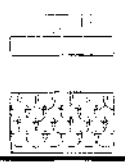
Tabelul 1.9

	Simbolul clasei de rugozitate													
	N0	**N 1**	**N 2**	**N 3**	**N 4**	**N 5**	**N 6**	**N 7**	**N 8**	**N 9**	**N10**	**N11**	**N12**	**N13**
R_a µm	0,012	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100
R_z µm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	12,5	25	50	100	200	400
R_{max} µm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	12,5	25	50	100	200	400
ℓ mm	0,08		0,25				0,8			2,5		8		

Observaţie: Tabelul nu poate servi pentru corespondenţa între parametrii.

1.13 SIMBOLURI UTILIZATE PENTRU REPREZENTAREA ÎN DESEN A ORIENTĂRII NEREGULARITĂŢILOR.

Tabelul 1.10

Simbol	Orientarea neregularităţilor	Exemple
=	Paralelă cu planul de proiecţie a suprafeţei simbolizate	
⊥	Perpendiculară pe planul de proiecţie a suprafeţei simbolizate	
X	Încrucişat faţă de planul de proiecţie a suprafeţei simbolizate	
M	În mai multe direcţii oarecare	
C	Aproximativ circulară şi concentrică faţă de centrul suprafeţei simbolizate	
R	Aproximativ radială faţă de centru suprafeţei simbolizate	

1.14 CORELAŢIA TREAPTĂ DE PRECIZIE – RUGOZITATE.

Tabelul 1.11

Intervalul de dimensiuni mm	Arbore			Alezaj		
	Treapta de precizie					
	6 , 7	8	9	6, 7	8	9
	Rugozitatea R_a, μm					
18 ... 50	0,8	0,8	1,6	0,8	1,6	3,2
50 ... 120	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	3,2
120 ... 500	1,6	3,2	3,2	1,6	3,2	3,2

Tabelul 1.11.1 (STAS 5730-2)

Dimensiuni nominale mm	Toleranța fundamentală															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
	Rugozitatea suprafeței R_a ,µm															
3 ≤ N	0,02	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,8	0,8	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3
3 < N ≤ 6	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5	12,5	25
6 < N ≤ 10					0,2		0,4		0,8		1,6		3,2		6,3	
10 < N ≤ 18					0,8		1,6		3,2		6,3		12,5		25	
18 < N ≤ 30				0,2				0,8		1,6						12,5
30 < N ≤ 50	0,05	0,1		0,8		0,4		3,2		6,3	3,2	3,2		6,3		50
50 < N ≤ 80	0,2	0,4				1,6					12,5	12,5		25	12,5	
80 < N ≤ 120	0,1		0,2		0,4		0,8		1,6				6,3		50	
120 < N ≤ 180	0,4		0,8		1,6		3,2		6,3				25			
180 < N ≤ 250		0,2		0,4						3,2				12,5		25
250 < N ≤ 315	0,2	0,8		1,6				1,6		12,5				50		100
315 < N ≤ 400	0,8					0,8		6,3				6,3				
400 < N ≤ 500			0,4 1,6			3,2						25			25 100	

Observație: Valorile rugozității sunt informative.

1.15 CORELAȚIA RUGOZITATE – PROCEDEU TEHNOLOGIC (STAS 5730/2).

Tabelul 1.12

Denumirea procedeului tehnologic	Rugozitatea suprafeței R_a , µm												
	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012
Tăiere cu flacără	-	+	-	-									
Curățire cu polizorul	-	+	+	-	-								
Tăiere cu fierăstrău	-	+	+	+	-	-							
Rabotare	-	+	+	+	+	+	-						
Găurire			-	+	+	-							
Frezare		-	-	+	+	+	-						
Broșare				-	+	+	-						
Alezare				-	+	+	-						
Strunjire,alezare cu cuțitul		-	-	+	+	+	+	-	-	-			
Finisare în tobă					-	-	+	+	-	-			
Lustruire electrolitică							-	+	-				
Roluire							-	+	-				
Rectificare				-	-	+	+	+	+	-	-		
Honuire						-	+	+	+	-	-		
Polisare							-	+	+	-	-	-	
Lepuire							-	+	+	+	-	-	
Superfinisare							-	-	+	+	-	-	
Turnare în nisip	-	+	-										
Laminare la cald	-	+	-										
Forjare		-	+	+	-								
Turnare de precizie				-	+	-	-						
Extrudare			-	-	+	+	-						
Laminare la rece,tragere				-	+	+	-	-					

Observație: + valori frecvent obținute; - valori mai puțin frecvent obținute.

1.16 EXEMPLE DE ALEGERE A RUGOZITĂŢII (STAS 5730-2).

Tabelul 1.13

R_a, µm	Situaţii de prescriere	Exemple de aplicare
0,012	Uzări foarte reduse la tensiuni de contact mari Aparate de măsură de mare precizie	Căi de rulare la rulmenţii de precizie Suprafaţa de măsurare la aparate de măsurat optico-mecanice Cale plan-paralele
0,025	Uzări reduse la viteze mari şi tensiuni de contact relativ mari Aparate de măsură foarte precise	Pistoane şi plunjere de pompe cu presiunea peste 10 MPa Lagăre principale la maşini-unelte de mare precizie Suprafeţe de măsurare la micrometre Cale plan-paralele
0,05	Uzare redusă a suprafeţelor funcţionale Aparate de măsură precise	Distribuitoare şi cilindri de pompe cu presiunea peste 10 MPa Suprafaţa de centrare precisă la dornuri şi scule de mare precizie Scări gradate la aparate optico-mecanice Suprafeţe de măsurare la comparatoare, calibre de lucru şi micrometre
0,10	Joc redus între suprafeţe de ghidare precise Aparate de măsură mai puţin precise Suprafeţe exterioare precise Suprafeţe de contact	Etanşări pretenţioase la presiuni relativ mari Etanşări fixe conice Fusuri şi cuzineţi la articulaţii şi lagăre la mecanisme şi maşini-unelte rapide şi de precizie Ghidaje de rostogolire de mare precizie Suprafeţe de măsurare la şublere Role, bile, căi de rulare la rulmenţi Pistoane şi cilindri de pompe de injecţie Calibre Tije palpatoare la aparate de măsurat Cilindri hidraulici Suprafaţa camelor Arbori cotiţi
0,20	Suprafeţe supuse la frecare, de uzarea cărora depinde precizia de lucru a mecanismului	Etanşări fixe conice, fără garnituri Lagăre la arbori cotiţi şi la arbori cu came Etanşări mobile, fără garnituri Pistoane cu cilindri pentru distribuitoare şi pompe cu presiunea sub 10 MPa Fusuri de manivelă Cuzineţi lepuiţi Fusuri la turbine şi la reductoare de mare viteză Suprafaţa activă a camelor Ghidaje de maşini-unelte Piciorul supapei Conuri de fixare la scule Ştifturi de centrarela dispozitive Suprafeţe de lucru ale instrumentelor şi aparatelor de măsurat Suprafeţe de contact ale calibrelor
0,40	Uzare redusă la viteze şi tensiuni de contact mijlocii Suprafeţe de centrare Suprafeţe de contact greu solicitate Suprafeţe nefuncţionale ale pieselor care urmează a fi	Cilindri de pompe cu presiunea sub 10 MPa Suprafeţe de alunecare la pene Şuruburi conducătoare Cuzineţi pentru arbori-motori şi din metal antifricţiune Cilindri lucrând cu segmenţi Suprafaţa cilindrică a pistoanelor Fusuri la maşini electrice mari

Tabelul 1.13 - continuare

	cromate , nichelate etc	Lagăre la arbori de transmisie Suprafaţa de centrare la arbori canelaţi Discuri de fricţiune Suprafeţe de etanşare la ventile, sertare, garnituri-manşetă, presgarnituri la mişcări du-te-vino Filete rectificate Suprafeţe de contact ale calibrelor, şublerelor Suprafaţa activă a camelor Inel colector, colector lamelar
0,80	Uzare redusă la viteze şi tensiuni de contact reduse Suprafeţe de centrare Suprafeţe nefuncţionale ale pieselor care urmează a fi cromate , nichelate etc	Etanşări fixe fără garnituri(flanşe) Suprafeţe de etanşare pentru garnituri de pâslă Suprafeţe de alunecare la pene paralele Suprafeţe de centrare la butuci canelaţi Flancurile danturilor şeveruite sau rectificate şi ale roţilor dinţate din bronz Lagăre la arbori de transmisie Cuzineţi din bronz ; Cuzineţi rectificaţi Alezaje broşate Asamblări filetate supuse la vibraţii sau cu strângere Glisiere şi ghidaje la maşini-unelte Axe excentrice Tamburi de frână Organe de comandă sau reazeme pentru mână(volane, mânere etc)
1,6	Suprafeţe de ghidare şi de centrare la mişcări periodice Suprafeţe de contact puţin solicitate	Suprafeţe active la îmbinări cu pene şi la pene de reglaj Alezajele lagărelor de alunecare Ajustaje fixe obişnuite Arbori şi alezaje la reductoare Suprafaţa de contact la carcase din fontă Suprafaţa activă a roţilor de curea Flancurile danturilor mortezate cu cuţite-roată sau cuţite pieptene Ghidaje în coadă de rândunică Etanşări cu garnituri metalice Oglinda cilindrilor la maşini termice mari
3,2	Suprafeţe de contact fără mişcare Transmisii cu uzare redusă Condiţii de aspect	Fusuri şi lagăre la transmisii normale Cuzineţi, lagăre, pahare Ajustaje fixe demontabile Flanşe la cuplaje Flancurile danturilor frezate Ghidaje în coadă de rândunică Găuri de centrare Filete metrice, trapezoidale, rotunde, pătrare şi pentru ţevi Segmenţi de piston Suprafeţe laterale ale flancurilor danturilor roţilor melcate, conice şi de lanţ, ale filetelor, ale canalelor roţilor pentru curele trapezoidale
6,3	Suprafeţe de contact nesolicitate şi fără centrare Suprafeţe exterioare, vizibile ale organelor de maşini	Etanşări cu garnituri nemetalice Suprafeţe de aşezare ale pieselor cu dimensiuni şi mase mijlocii Suprafeţe cu condiţii de aspect Suprafeţe frontale şi laterale la şuruburi şi piuliţe precise Tija, porţiunea filetată la şuruburi precise şi semiprecise Filetul la toate organele de asamblare uzuale şi semiprecise
12,5	Suprafeţe de contact grosolane,	Suprafeţe de aşezare la piese mari şi grele

Tabelul 1.13 - continuare

25	fără mişcare Suprafeţe libere şi nefuncţionale ale orificiilor	Bazele de aşezare ale arcurilor elicoidale Suprafeţe cu condiţii de aspect Suprafeţe frontale ale arborilor roţilor dinţate, bucşelor, cuplajelor Piese turnate în conchilie Butuc-rotor, butuc-inele de contact, butuc colector
50 100	Suprafeţe grosolane Suprafeţe neprelucrate, curăţate	Piese turnate în amestec de formare Muchii şi feţe prelucrate în vederea sudării Suprafeţe forjate, laminate, matriţate, tăiate, ambutisate Suprafeţe frontale ale conductelor Funduri de virole Găuri fără importanţă

Observaţii: Şirul valorilor numerice pentru R_a(μm): 0,008; 0,010; **0,012**; 0,016; 0,020; **0,025**; 0,032; 0,040; **0,050**; 0,063; 0,08; **0,10**; 0,125; 0,16; **0,20**; 0,25; 0,32; **0,40**; 0,50; 0,63; **0,80**; 1,00; 1,25; **1,6**; 2,0; 2,5; **3,2**; 4,0; 5,0; **6,3**; 8,0; 10,0; **12,5**; 16,0; 20; **25**; 32; 40; **50**; 63; 80; **100**;

$\lg R_z \approx 0{,}65 + 0{,}97 \lg R_a$; $R_z \approx 4{,}5 R_a^{0{,}97}$;

$R_a \approx 0{,}25 R_z$ pentru $R_z \geq 8$ μm; $R_a \approx 0{,}2 R_z$ pentru $R_z < 8$ μm.

1.17 TOLERANŢE DE FORMĂ ŞI DE POZIŢIE

1.17.1 Toleranţe de formă (STAS 7385).

Tabelul 1.14

Denumirea toleranţei	Simbolul	
	literal	grafic
Toleranţa la rectilinitate	TFr	
Toleranţa la planitate	TFp	
Toleranţa la circularitate	TFc	
Toleranţa la cilindricitate	TFl	
Toleranţa la forma dată a profilului	TFf	
Toleranţa la forma dată a suprafeţei	TFs	

1.17.2 Toleranţe de poziţie (STAS 7385).

Tabelul 1.15

Denumirea toleranţei	Simbolul		Denumirea toleranţei	Simbolul	
	literal	grafic		literal	grafic
Toleranţa la paralelism	TPl		Toleranţa la coaxialitate şi concentricitate	TPc	
Toleranţa la perpendicularitate	TPd		Toleranţa la simetrie	TPs	
Toleranţa la înclinare	TPî		Toleranţa la intersectare	TPx	
Toleranţa bătăii radiale şi a bătăii frontale	TBr TBf		Toleranţa la poziţia nominală	TPp	

1.17.3 Toleranţe la rectilinitate, la planitate şi la forma dată a profilului (STAS 7391-1).

Tabelul 1.16

Dimensiunea nominală în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranţe, în μm											
Până la 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
>10 ... ≤ 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
>16 ... ≤ 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
>25 ... ≤ 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
>40 ... ≤ 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
>63 ... ≤ 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
>100...≤ 160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
>160...≤ 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>250...≤ 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
>400...≤ 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>630...≤ 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400

Observaţii: În cazul toleranţelor la planitate sau la forma dată a profilului, prin dimensiune nominală se înţelege lungimea laturii mai mari a suprafeţei dacă condiţia se referă la întreaga suprafaţă, sau lungimea de referinţă a suprafeţei, dacă se referă la o porţiune a suprafeţei;
În cazul în care nu se prescriu toleranţe la rectilinitate, la planitate, la forma dată a profilului sau a suprafeţei, abaterea de formă respectivă este limitată de câmpul de toleranţă la dimensiuni.

1.17.4 Toleranţe la circularitate şi cilindricitate (STAS 7391-2)

Tabelul 1.17

Dimensiunea nominală în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranţe , în μm											
Până la 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
>3 ... ≤ 6	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
>6 ... ≤ 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
>18 ... ≤ 50	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
>50 ... ≤ 120	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
>260 ... ≤ 500	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
>500...≤ 800	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>800...≤ 1250	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250

Observaţii: Valorile din tabel sunt valabile pentru toleranţele la circularitate şi cilindricitate şi la următoarele cazuri particulare: toleranţa la poligonalitate, toleranţa profilului longitudinal şi toleranţa la curbare;
În cazul în care se prescrie toleranţa la ovalitate, la conicitate, la forma butoi sau la forma şa valorile din tabel se vor dubla;
În cazul în care nu se prescriu toleranţe la circularitate sau la cilindricitatea abaterea de formă respectivă este limitată de câmpul de toleranţă la dimensiuni

1.17.5 Toleranţe la paralelism, perpendicularitate şi înclinare (STAS 7391-3)

Tabelul 1.18

Dimensiunea nominală în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranţe , în µm											
Până la 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
>10 ... ≤ 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
>16 ... ≤ 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
>25 ... ≤ 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
>40 ... ≤ 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
>63 ... ≤ 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>100...≤ 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
>160...≤ 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>250...≤ 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
>400...≤ 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
>630...≤ 1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600

Observaţii: Prin dimensiune nominală se înţelege lungimea de referinţă la care se referă condiţia de paralelism, perpendicularitate sau înclinare; dacă nu este prescrisă o lungime de referinţă, prin dimensiune nominală se înţelege întreaga lungime a suprafeţelor la care se referă condiţia (pentru toleranţa la paralelism a suprafeţelor plane – latura mai mare);
În cazul în care nu se prescriu toleranţe la paralelism, perpendicularitate sau înclinare abaterea de poziţie respectivă este limitată de câmpul de toleranţă la dimensiuni.

1.17.6 Toleranţe la coaxialitate, concentricitate, simetrie şi intersectare (STAS 7391-4)

Tabelul 1.19

Dimensiunea nominală în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranţe, în µm											
Până la 6	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>6 ... ≤ 18	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
>18... ≤ 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>50 ... ≤ 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
>120...≤ 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
>250 ... ≤ 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
>500...≤ 800	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
>800...≤ 1250	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000

Observaţii: Prin dimensiune nominală se înţelege diametrul suprafeţei examinate sau dimensiunea dintre suprafeţele care formează elementul simetric examinat; dacă dimensiunea nominală nu este indicată, atunci toleranţa se determină după elementul care are dimensiunea cea mai mare;
În cazul în care nu se prescriu toleranţe la coaxialitate, concentricitate, simetrie sau intersectare abaterea de poziţie respectivă este limitată de câmpul de toleranţă la dimensiuni.

1.17.7 Toleranța bătăii radiale (STAS 7391-5).

Tabelul 1.20

Dimensiunea nominală în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe , în μm											
Până la 6	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>6 ... ≤ 18	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
>18 ... ≤ 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>50 ... ≤ 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
>120... ≤ 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
>250 ... ≤ 500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
>500...≤ 800	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
>800...≤ 1250	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000

Observație: Prin diametru nominal se înțelege diametrul suprafeței exterioare.

1.17.8 Toleranța bătăii frontale (STAS 7391-5)

Tabelul 1.21

Dimensiunea nominală în mm	Clasa de precizie											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Toleranțe , în μm											
Până la 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
>10 ... ≤ 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
>16 ... ≤ 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
>25 ... ≤ 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
>40 ... ≤ 60	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
>60 ... ≤ 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
>100...≤ 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
>160...≤ 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
>250...≤ 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
>400...≤ 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
>630...≤ 1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600

Observații: Prin diametru nominal se înțelege diametrul prescris la care se referă condiția; dacă nu se prescrie o valoare de referință, prin diametru nominal se înțelege diametrul maxim al suprafeței frontale;
În cazul în care nu se prescrie toleranța bătăii radiale sau frontale, abaterea respectivă este limitată de câmpul de toleranță la dimensiuni .

1.18 TOLERANŢE GENERALE PENTRU PIESE PRELUCRATE PRIN AŞCHIERE.

1.18.1 Toleranţe generale dimensionale (ISO 2768, SR EN 22768-1).

Tabelul 1.22

Abateri limită pentru dimensiuni liniare							
Clasa de precizie	**Dimensiunea nominală , mm**						
	De la 0,5 până la 3	Peste 3 până la 6	Peste 6 până la 30	Peste 30 până la 120	Peste 120 până la 400	Peste 400 până la 1000	Peste 1000 până la 2000
	Abateri limită , mm						
f	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
m	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
c	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3
v	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5

Tabelul 1.23

Abateri limită pentru înălţimile teşiturilor			
Clasa de precizie	**Dimensiunea nominală , mm**		
	De la 0,3 până la 3	**Peste 3 până la 6**	**Peste 6**
	Abateri limită , mm		
f	±0,2	±0,5	±1
m			
c	±0,2	±1	±2
v			

Tabelul 1.24

Abateri limită pentru razele de racordare					
Clasa de precizie	**Dimensiunea nominală , mm**				
	De la 0,5 până la 3	**Peste 3 până la 6**	**Peste 6 până la 30**	**Peste 30 până la 120**	**Peste 120 până la 400**
	Abateri limită , mm				
f	±0,2	±0,5	±1	±2	±4
m					
c	±0,2	±1	±2	±4	±8
v					

Tabelul 1.25

Abateri limită pentru dimensiuni unghiulare					
Clasa de precizie	**Lungimea laturii celei mai scurte a unghiului considerat , mm**				
	Până la 10	**Peste 10 până la 50**	**Peste 50 până la 120**	**Peste 120 până la 400**	**Peste 400**
	Abateri limită				
f	$\pm 1^0$	±30	±20	±10	±5
m					
c	$\pm 1^0 30'$	$\pm 1^0$	±30	±15	±10
v	$\pm 3^0$	$\pm 2^0$	$\pm 1^0$	±30	±20

Observaţie: Abaterile pentru dimensiuni unghiulare se aplică independent de abaterile limită pentru elementele ce formează unghiul.

1.18.2 Toleranţe generale geometrice (ISO 2768, SR EN 22768 – 2).

Tabelul 1.26

Toleranţe generale la rectilinitate şi la planitate							
Clasa de precizie	Dimensiunea nominală, mm						
	Până la 6	Peste 6 până la 30	Peste 30 până la 120	Peste 120 până la 400	Peste 400 până la 1000	Peste 1000 până la 2000	Peste 2000 până la 4000
	Toleranţe, mm						
R	0,004	0,01	0,02	0,04	0,07	0,1	-
S	0,008	0,02	0,04	0,08	0,15	0,2	0,3
T	0,025	0,06	0,12	0,24	0,4	0,6	0,9
V	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2,5	3,5

Observaţie: Pentru toleranţa la rectilinitate,ca dimensiune nominală trebuie considerată lungimea liniei respective. Pentru toleranţa la planitate,ca dimensiune nominală trebuie considerată cea mai mare latură sau diametrul suprafeţei respective

Tabelul 1.27

Clasa de precizie	Toleranţa generală la simetrie, mm
R	0,3
S	0,5
T	1
U	2

Observaţie: Ca element de referinţă se consideră locurile lagărelor sau elementul de formă cel mai lung.

Tabelul 1.28

Clasa de precizie	Toleranţa generală la bătaia radială şi la bătaia frontală , mm
R	0,1
S	0,2
T	0,5
U	1

Toleranţa generală la circularitate este egală cu toleranţa la diametru, fără a depăşi valoarea toleranţei la bătaie radială.

Toleranţa generală la paralelism trebuie adoptată ca valoarea cea mai mare dintre toleranţa generală la rectilinitate sau la planitate şi toleranţa dimensională la distanţa dintre două linii sau suprafeţe.

Pentru toleranţa la paralelism, ca dimensiune nominală de referinţă trebuie considerată dimensiunea nominală maximă a unuia dintre cele două elemente de formă.

1.19 CONDIŢII GENERALE PENTRU DESENE DE EXECUŢIE (STAS 6857/1).

1.19.1 Condiţii tehnice.

În câmpul liber al desenului se înscriu sub formă de text sau de tabele condiţiile tehnice de calitate pentru piesă sau ansamblul respectiv care, în conformitate cu standardele de desen, nu sunt înscrise în indicator sau în tabelul de componenţă.

Dacă textul este amplu sau condiţiile tehnice sunt comune mai multor produse sau componente ale acestora se admite ca toate sau o parte din condiţiile tehnice să nu fie înscrise în câmpul desenului, ci cuprinse într-un document tehnic separat.

Desenele de execuţie trebuie să cuprindă toate condiţiile tehnice necesare şi suficiente pentru executarea şi verificarea produsului care face obiectul lor.

Textele şi tabelele se amplasează de regulă paralel cu baza desenului sub reprezentarea din desen sau deasupra indicatorului ori a tabelului de componenţă, în care caz nu se admite amplasarea de reprezentări între text şi indicator sau tabelul de componenţă.

Pe formate mai mari decât A4 se admite amplasarea textului pe două sau mai multe coloane a căror lăţime să nu depăşească lungimea indicatorului.

În cazul desenelor executate pe mai multe planşe textele şi tabelele se amplasează pe prima planşă indiferent pe ce planşă se află reprezentarea la care se referă.

Textul şi tabelele se grupează sub titlul ***Condiţii tehnice,*** de regulă, în următoarea succesiune:

a) condiţii pentru materialele în stare finită şi, după caz, în stare iniţială (semifabricat etc.) cât şi indicarea, dacă este cazul, a materialelor înlocuitoare;

b) condiţii de precizie pentru forma şi dimensiunile produsului (abateri şi toleranţe dimensionale şi geometrice);

c) condiţii de calitate pentru suprafeţele produsului (rugozitate , acoperiri de protecţie etc.);

d) condiţii pentru realizarea jocurilor şi ajustajelor;

e) condiţii pentru tratamente termice , termochimice etc.;

f) condiţii speciale de montaj;

g) condiţii speciale de reglare şi punere în funcţiune;

h) condiţii speciale pentru calitatea şi fiabilitatea produsului (silenţiozitate, rezistenţă la vibraţii, autofrânare etc.);

i) condiţii şi metode de încercare;

j) condiţii speciale de recepţie;

k) condiţii speciale de exploatare(nivelul admis al zgomotului , vibraţiilor,temperaturii etc.) ;

l) indicaţii de marcare ;

m) condiţii speciale de transport şi depozitare ;

n) trimiteri la documente care conţin referiri la condiţiile tehnice ale produsului, altele decât cele indicate în câmpul desenului.

Observaţie: Punctele *a, e* se referă la desene de piese; punctele *d, f, g, k, l* se referă la desene de ansamblu; punctele *b, c, h, i, j, m, n* se referă la desene de piese şi de ansamblu.

Caracteristicile principale ale produsului se grupează separat sub titlul ***Caracteristici principale***, de regulă, în următoarea succesiune:

a) caracteristici constructive şi dimensionale;

b) caracteristici funcţionale;

c) caracteristici de exploatare.

Dacă anumite condiţii tehnice se referă direct la unul din elementele reprezentate şi nu este posibil să fie indicate prin reprezentări sau semne convenţionale, se admite ca acestea să fie înscrise pe reprezentarea din desen, sub formă de text.

1.20 SISTEMUL DE TOLERANŢE ŞI AJUSTAJE.

1.20.1 Câmpuri de toleranţă de uz general pentru arbori. Abateri limită în micrometri (μm).

Tabelul 1.29

Simbol	Dimensiuni nominale (mm)						
	peste 10 la 18	peste 18 la 30	peste 30 la 40	peste 40 la 50	peste 50 la 65	peste 65 la 80	peste 80 la 100
a 11	-920 -400	-300 -430	-310 -470	-320 -480	-340 -530	-360 -550	-380 -600
b 11	-150 -260	-160 -290	-170 -330	-180 -340	-190 -380	-200 -390	-220 -440
d 9	-50 -93	-65 -117	-80 -142		-100 -174		-120 -207
d 11	-50 -160	-65 -195	-80 -240		-100 -290		-120 -340
e 8	-32 -59	-40 -73	-50 -89		-60 -106		-72 -159
f 7	-16 -34	-20 -41	-25 -50		-30 -60		-36 -71
f 8	-16 -43	-20 -53	-25 -64		-30 -76		-36 -90
g 6	-6 -17	-7 -20	-9 -25		-10 -29		-12 -34
h 6	0 -11	0 -13	0 -16		0 -19		0 -22
h 8	0 -27	0 -33	0 -39		0 -46		0 -54
h 11	0 -110	0 -130	0 -160		0 -190		0 -220
j 6	+8 -3	+9 -4	+11 -5		+12 -7		+13 -9
k 6	+12 +1	+15 +2	+18 +2		+21 +2		+25 +3
m 6	+18 +7	+21 +8	+25 +9		+30 +11		+35 +13
n 6	+23 +12	+28 +15	+33 +17		+39 +20		+45 +23
p 6	+29 +18	+35 +22	+42 +26		+51 +32		+59 +37

Tabelul 1.29, a

Simbol	peste 10 la 14	peste 14 la 18	peste 18 la 24	peste 24 la 30	peste 30 la 40	peste 40 la 50	peste 50 la 65	peste 65 la 80	peste 80 la 100
r 6	+34 +23		+41 +28		+50 +34		+60 +41	+62 +43	+73 +51
s 6	+39 +28		+48 +35		+59 +43		+72 +53	+78 +59	+91 +71
u 6	+44 +33		+54 +41	+61 +48	+76 +60	+86 +70	+106 +87	+121 +102	+146 +124
x 6	+51 +40	+58 +45	+67 +54	+77 +64	+96 +80	+113 +97	+141 +122	+165 +146	+200 +178

1.20.2 Câmpuri de toleranţă de uz general pentru alezaje. Abateri limită îm micrometri (μm).

Tabelul 1.30

Simbol	Dimensiuni nominale (mm)				
	peste 10 la 18	peste 18 la 30	peste 30 la 50	peste 50 la 80	peste 80 la 100
H 7	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0
H 8	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0
H 11	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0

1.20.3 Sistemul ISO de toleranţe şi ajustaje. Sistemul alezaj unitar pentru dimensiuni până la 500 mm (STAS 8104). Ajustaje preferenţiale.

Tabelul 1.31

Câmpul de toleranţă al arborelui	Câmpul de toleranţă al alezajului							
	H5	**H6**	**H7**	**H8**	**H9**	**H10**	**H11**	**H12**
	Ajustajul							
a							H11/a11	
b							H11/b11	H12/b12
c			H7/c8	H8/c8			H11/c11	
d			H7/d8	H8/d8 **H8/d9**	**H9/d9**	H10/d10	**H11/d11**	
e			H7/e8	**H8/e8** H8/e9	H9/e8 H9/e9			
f		H6/f6	**H7/f7**	H8/f7 H8/f8 H8/f9	H9/f8 H9/f9			
g	H5/g4	H6/g5	**H7/g6**					
h	H5/h4	H6/h5	**H7/h6**	**H8/h7** **H8/h8** H8/h9	H9/h8 H9/h9	H10/h9 H10/h10	H11/h11	H12/h12
j	H5/j4	H6/j5	**H7/j6**	H8/j7				
k	H5/k4	H6/k5	**H7/k6**	H8/k7				
m	H5/m4	H6/m5	H7/m6	H8/m7				
n	H5/n4	H6/n5	**H7/n6**	H8/n7				
p		H6/p5	**H7/p6**					
r		H6/r5	**H7/r6**					
s		H6/s5	**H7/s6** H7/s7	H8/s7				
t			H7/t6					
u			H7/u7	H8/u8				
v								
x				H8/x8				
z				H8/z8				

Observaţie: Ajustajele tipărite cu aldine sunt preferenţiale.

1.20.4 Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje. Sistemul arbore unitar pentru dimensiuni până la 500 mm (STAS 8105). Ajustaje preferențiale.

Tabelul 1.32

Câmp de toleranță alezaj	Câmpul de toleranță al arborelui								
	h4	**h5**	**h6**	**h7**	**h8**	**h9**	**h10**	**h11**	**h12**
	Ajustajul								
A								A11/h11	
B								B11/h11	B12/h12
C								C11/h11	
D			D8/h6	D8/h7	D8/h8 D9/h8	D9/h9 D10/h9	D10/h10	D11/h11	
E			E8/h6	E8/h7	E8/h8 **E9/h8**	E9/h9			
F		F5/h5	F7/h6 **F8/h6**	F8/h7	F8/h8 F9/h8	F9/h9			
G	G5/h4	G6/h5	G7/h6						
H	H5/h4	H6/h5	**H7/h6**	**H8/h7**	**H8/h8** H9/h8	H8/h9 H9/h9 H10/h9	H10/h10	**H11/h11**	H12/h12
J	J5/h4	J6/h5	**J7/h6**	J8/h7					
K	K5/h4	K6/h5	**K7/h6**	K8/h7					
M	M5/h4	M6/h5	M7/h6	M8/h7					
N	N5/h4	N6/h5	**N7/h6**	N8/h7					
P		P6/h5	**P7/h6**						
R			R7/h6						
S			S7/h6						
T			T7/h6						
U				U8/h7					

Observație: Ajustajele tipărite cu aldine sunt preferențiale.

1.20.5 Caracterul și domenii de aplicare ale ajustajelor.

Tabelul 1.33

Simbolul ajustajului	Caraterul ajustajului	Domenii de aplicare
H8/a9,H11/a11, H8/b9,H11/b11, H12/b12	Jocuri foarte mari	Se folosesc rar .
H7/c8,H8/c9, H11/c11	Jocuri mari	-Asigurarea unei anumite elasticități necesare a pieselor în condiții de solicitări și mediu nefavorabile(de exemplu, mașini agricole) ; -Asigurarea montării ușoare ; -Joc redus dacă arborele se încălzește mult mai mult decât alezajul(de exemplu, ajustajul H7/c8 la tija supapei în bucșa de ghidare la motoare cu ardere internă) .
H7/d8,H8/d9,	Jocuri mijlocii de valori	Asamblări mobile la mașinile grele (de exemplu,

Tabelul 1.33 - continuare

H9/d10,H10/d10, H11/d11	mai mari	roţi libere pe arbore, lagăre de alunecare la turbine, maşini de îndreptat, laminoare).
H6/e7,H7/e8, H8/e9	Jocuri mijlocii de valori mai mici	Arbori în lagăre de alunecare cu lubrifiere abundentă, mult distanţate între ele sau arbori în mai mult de două lagăre(de exemplu, H6/e7 la arborele cotit şi axul cu came în lagărele lor la motoarele cu ardere internă, lagărele turbogeneratoarelor, motoarelor electrice mari etc.).
H6/f6,H7/f6, H7/f7,H8/f8, H9/f9	Jocuri mici	Arbori în lagăre de alunecare cu lubrifiere normală cu ulei sau unsoare funcţionând la temperaturi moderate(de exemplu, lagăre la reductoare de turaţie, motoare electrice mici, pompe, mecanisme mijlocii şi uşoare, roţi dinţate libere pe axe fixe, tije de tacheţi în ghidajul lor, mecanisme de cuplare) .
H6/g5,H7/g6	Jocuri foarte mici	-Asamblări mobile numai la mecanisme de precizie cu solicitări foarte reduse; -Asamblări fixe de poziţionare a elementelor(de exemplu, ştifturi de centrare, şurubul capului de bielă).
H6/h5,H7/h6, H8/h8,H8/h7, H9/h9,H10/h10, H11/h11,H12/h12	Joc minim egal cu zero, joc probabil foarte mic	-Asamblări fixe cu poziţionarea precisă a elementelor; -Asamblări mobile cu ghidare foarte precisă, cu ajustaje de precizia 5 ... 7(de exemplu, supape comandate cu arc, articulaţii în mecanisme fine); -Lanţuri de dimensiuni la montarea în şir a mai multor piese(de exemplu, roţi dinţate pe axul cutiei de viteze).
H6/j5,H7/j6, H8/j7	Ajustaje intermediare cu joc probabil foarte mic sau într-un număr redus de cazuri cu o slabă strângere proba-bilă	Asamblări fixe cu montare şi demontare uşoară a pieselor şi joc limitat(de exemplu, roata melcată pe arbore, capace în corpuri, coroane de roţi fixate cu şuruburi pe corpul roţii, centrarea semicuplajelor) .
H6/k5,H7/k6, H8/k7	Ajustaje intermediare cu strângere probabilă mică	-Asamblări precise cu montaj uşor ; -Asigurarea lipsei de vibraţii (de exemplu, bolţul pistonului în piston, bucşele cu gheare de cuplare pe arborii cutiilor de viteze) .
H6/m5,H7/m6, H8/m7	Ajustaje intermediare cu strângere probabilă mai mare	-Forţă de montare redusă în cazul strângerii probabile, dar apreciabilă în cazul strângerii maxime; -Asamblări foarte precise cu joc limitat la minim(de exemplu, came pe ax, şuruburi cu tijă de centrare).
H6/n5,H7/n6, H8/n7	H6/n5- ajustaj cu strângeri foarte mici (pentru D> 3 mm)	Asamblări foarte precise fără joc, însă fără strângeri prea mari.
	H7/n6 şi H8/n7 ajustaje cu strângere probabilă redusă	Asamblări strânse ; dacă suprafeţele în contact sunt lungi erorile de coaxialitate sau rectilinitate contribuie la mărirea strângerii .
H6/p5,H7/p6, H8/p7	H7/p6 ajustaj cu strângeri mici(pentru	-Fixarea pieselor la solicitări reduse sau în cazul unui element suplimentar de fixare(pene etc.);

Tabelul 1.33 - continuare

.	D> 3 mm)	-Montarea şi demontarea fără pericol de deteriorare; -Ajustaj tipic cu strângere obişnuită la piese din oţel şi fontă sau oţel şi alamă(de exemplu, roţi împănate pe arbori sau butuci, cuzineţi în lagăre); -La piese din aliaje uşoare strângerea a prea redusă pentru a asigura fixarea corespunzătoare.
	H6/p5 ajustaj cu strângeri mici	Ca mai sus, însă execuţia este mai precisă şi mai scumpă.
	H8/p7 ajustaj cu strângeri mici	Se foloseşte rar.
H6/r5,H7/r6, H8/r7	H7/r6 ajustaj cu strângeri mijlocii	Fixare mijlocie la piese din metale feroase şi fixare uşoară la piese din metale neferoase(de exemplu, bucşe presate în lagăre, ghidaje, capete de bielă, fixarea rotorilor de pompă pe arbore).
	H6/r5 ajustaj cu strângeri mijlocii	Ca mai sus, însă execuţia este mai precisă şi mai scumpă .
	H8/r7 ajustaj cu strângere mică	Strângerea minimă extrem de redusă, apropiată de zero .
H6/s5,H7/s6, H8/s7	Ajustaje cu strângeri mari	-Strângeri apreciabile(în special la H6/s5 şi H7/s6) , la dimensiuni mari montarea se face prin încălzirea alezajului sau răcirea arborelui ; -Asamblări cu strângeri mari permanente sau nepermanente(de exemplu, manetonul în manivela arborelui cotit, cămaşa de cilindru în cilindrul motoarelor) , -La aliaje uşoare ajustajele dau rezultate similare cu cele obţinute cu ajustajele de tip H/p la metale feroase .
H6/t5,H7/t6	Ajustaje cu strângeri foarte mari	Asamblări permanente de piese din oţel şi fontă supuse la solicitări apreciabile, asigurând fixarea fără măsuri suplimentare(de exemplu, scaunul supapelor în chiulasa motorului, semicuplaje fretate pe arbore, roţi dinţate mari supuse la momente de torsiune apreciabile şi montate permanent pe arbore sau butuc) .
H6/u5,H7/u6, H8/u7	Ajustaje cu strângeri extrem de mari	-Strângeri de ordinul $1^0/_{00}$ din diametru, montarea se face prin presare cu prese cu măsuri speciale de lubrifiere sau la dimensiuni mari prin încălzirea alezajului sau răcirea arborelui ; -Strângerea maximă trebuie verificată prin calcul pentru a evita suprasolicitări(de exemplu, roata de locomotivă pe osia ei) .
H6/v5,H7/v6, H6/x5,H7/x6, H8/x7,H7/y6, H8/y7,H7/z6, H8/z7	Ajustaje cu strângeri cu caracter special	-Ajustaje speciale, fără recomandări cu caracter general, strângerile trebuie analizate de la caz la caz; -Strângerea minimă trebuie să asigure transmiterea sarcinilor(forţă sau moment de torsiune) ; -Strângerea maximă să nu dea suprasolicitări în piese .

1.20.6 Recomandări privind alegerea treptelor de toleranţe.

Tabelul 1.34

Treapta de toleranţă	Domeniul de utilizare al pieselor	
IT01 ; IT0	Mecanică fină . Piese pentru aparate de măsură .	
IT1 ... IT 4	Calibre . Piese pentru aparate de măsură .	
IT5 ... IT7	Calibre pentru piese cu toleranţe mari .	Fabricaţia pieselor care formează ajustaje .
IT8 ... IT11	Fabricaţia pieselor care formează ajustaje .	
IT12 ... IT16	Piese care nu formează ajustaje . Toleranţe la procedee de lucru mai puţin precise : laminare , presare etc.	

1.20.7 Recomandări privind alegerea rugozităţii suprafeţelor.

Tabelul 1.35

Destinaţia	R_a, în µm
Suprafeţe active pentru mijloace de măsură :	
- cale plan paralele	0,012 ... 0,025
- micrometre	0,025 ... 0,05
- şublere	0,05 ... 0,4
- calibre	0,05 ... 0,4
Suprafeţele de rostogolire la rulmenţi	0,012 ... 0,4
Suprafeţe de etanşare cu contact	0,1 ... 0,8
Suprafeţe active de contact	0,1 ... 1,6
Ghidaje	0,1 ... 3,2
Suprafeţe de centrare	0,4 ... 1,6
Angrenaje(corelat cu treapta de precizie)	0,4 ... 3,2
Filete	0,4 ... 6,3
Suprafeţe pentru acoperiri	1,6 ... 12,5
Suprafeţe de reazem	6,3 ... 12,5
Suprafeţe cu rol estetic	6,3 ... 12,5
Suprafeţe libere , nefuncţionale	12,5 ... 100

1.21 Linii în desenul tehnic (ISO 3098, DIN 6776)

Tabelul 1.36

Tip linie	Grosime linie [mm]	
	Format A4, A3, A2	Format A1, A0
Linie continuă groasă	0.5	0.7
Linie continuă subţire	0.25	0.35
Line întreruptă subţire	0.25	0.35
Linie punct groasă	0.5	0.7
Linie punct sunţire	0.25	0.35
Linie două puncte subţire	0.25	0.35
Linie şerpuită	0.25	0.35

2. ASAMBLARI FILETATE. FILETE.

2.1 FILETE.

2.1.1 Filetul metric ISO - profilul nominal (STAS 6371, SR ISO 724, DIN 13 T1)

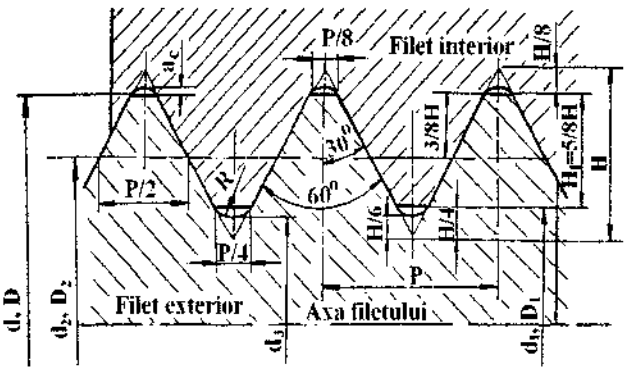


Fig. 2.1

d - diametrul exterior al filetului exterior
D - diametrul exterior al filetului interior
d_2 - diametrul mediu al şurubului
D_2 - diametrul mediu al piuliţei
d_1 - diametrul interior al şurubului
D_1 - diametrul interior al piuliţei
d_3 - diametrul interior al şurubului în adâncitură
P - pasul filetului
R - raza de racordare în adâncitura filetului
H_1 - înălţimea de lucru a filetului
H - înălţimea profilului

Înălţimea profilului teoretic şi înălţimea de lucru a profilului se calculează cu relaţiile :

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot P = 0{,}866025404 \cdot P \; ; \qquad H_1 = \frac{5}{8} \cdot H = 0{,}541265877 \; P$$

Raza de racordare a profilului în adâncitura filetului şurubului este :

$$R = \frac{H}{6} = 0{,}144337567 \cdot P$$

Diametrul de calcul şi secţiunea de calcul a filetului sunt :

$$d_c = \frac{d_2 + d_3}{2} \approx d - 0{,}9382 \cdot P \; ; \qquad A_c = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}$$

Înălţimea utilă (de lucru) a filetului funcţie de mărimea pasului este dată în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Pasul P	Înălţimea utilă H_1	Pasul P	Înălţimea utilă H_1	Pasul P	Înălţimea utilă H_1
0,2	0,108	0,7	0,379	2,5	1,353
0,25	0,135	0,75	0,406	3,0	1,624
0,3	0,162	0,8	0,433	3,5	1,894
0,35	0,189	1,0	0,541	4,0	2,165
0,4	0,216	1,25	0,676	4,5	2,435
0,45	0,243	1,5	0,812	5,0	2,706
0,5	0,270	1,75	0,947	5,5	2,977
0,6	0,325	2,0	1,082	6,0	3,247

2.1.1.1 Filetul metric ISO – dimensiuni (STAS 510, DIN 13 T1).

Tabelul 2.2

Diametrul nominal al filetului d	Pasul P	Diametrele filetului			
		d = D	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
3	**0,5**	3,000	2,675	2,459	2,387
	0,35		2,773	2,621	2,571
3,5	**(0,6)**	3,500	3,100	2,850	2,764
	0,35		3,273	3,121	3,071
4	**0,7**	4,000	3,545	3,242	3,141
	0,5		3,675	3,459	3,387
4,5	**(0,75)**	4,500	4,013	3,688	3,580
	0,5		4,175	3,959	3,887
5	**0,8**	5,000	4,480	4,134	4,019
	0,5		4,675	4,459	4,387
6	**1**	6,000	5,350	4,917	4,773
	0,75		5,513	5,188	5,080
	0,5		5,675	5,459	5,387
8	**1,25**	8,000	7,188	6,647	6,446
	1		7,350	6,917	6,773
	0,75		7,513	7,188	7,080
	0,5		7,675	7,459	7,387
10	**1,5**	10,000	9,026	8,376	8,160
	1,25		9,188	8,647	8,466
	1		9,350	8,917	8,773
	0,75		9,513	9,188	9,080
	0,5		9,675	9,459	9,387
12	**1,75**	12,000	10,863	10,106	9,853
	1,5		11,026	10,376	10,160
	1,25		11,188	10,647	10,466
	1		11,350	10,917	10,773
	0,75		11,513	11,188	11,080
	0,5		11,675	11,459	11,387
14	**2**	14,000	12,701	11,835	11,546
	1,5		13,026	12,376	12,160
	1,25		13,188	12,647	12,466
	1		13,350	12,917	12,773
	0,75		13,513	13,188	13,080
	0,5		13,675	13,459	13,387
16	**2**	16,000	14,701	13,835	13,546
	1,5		15,026	14,376	14,160
	1		15,350	14,917	14,773
	0,75		15,513	15,188	15,080
	0,5		15,675	15,459	15,387
18	**2,5**	18,000	16,376	15,294	14,933
	2		16,701	15,835	15,546
	1,5		17,026	16,376	16,160
	1		17,350	16,917	16,773
	0,75		17,513	17,188	17,080
	0,5		17,675	17,459	17,387

Tabelul 2.2 - continuare

20	**2,5**	20,000	18,376	17,294	16,933
	2		18,701	17,835	17,546
	1,5		19,026	18,376	18,160
	1		19,350	18,917	18,773
	0,75		19,513	19,188	19,080
	0,5		19,675	19,459	19,387
22	**2,5**	22,000	20,376	19,294	18,933
	2		20,701	19,835	19,546
	1,5		21,026	20,376	20,160
	1		21,350	20,917	20,773
	0,75		21,513	21,188	21,080
	0,5		21,675	21,459	21,387
24	**3**	24,000	22,051	20,752	20,319
	2		22,701	21,835	21,546
	1,5		23,026	22,376	22,160
	1		23,350	22,917	22,773
	0,75		23,513	23,188	23,080
27	**3**	27,000	25,051	23,752	23,319
	2		25,701	24,835	24,546
	1,5		25,026	25,376	25,160
	1		26,350	25,917	25,773
	0,75		26,513	26,188	26,080
30	**3,5**	30,000	27,727	26,211	25,706
	3		28,051	26,752	26,319
	2		28,701	27,835	27,546
	1,5		29,026	28,376	28,160
	1		29,350	28,917	28,773
	0,75		29,513	29,188	29,080
33	**3,5**	33,000	30,727	29,211	28,706
	(3)		31,051	29,752	29,319
	2		31,701	30,835	30,546
	1,5		32,026	31,376	31,160
	1		32,350	31,917	31,773
	0,75		32,513	32,188	32,080
36	**4**	36,000	33,402	31,670	31,093
	3		34,051	32,752	32,319
	2		34,701	33,835	33,546
	1,5		35,026	34,376	34,160
	1		35,350	34,917	34,773
39	**4**	39,000	36,402	34,670	34,093
	3		37,051	35,752	35,319
	2		37,701	36,835	36,546
	1,5		38,026	37,376	37,160
	1		38,350	37,917	37,773
42	**4,5**	42,000	39,077	37,129	36,479
	(4)		39,402	37,670	37,093
	3		40,051	38,752	38,319
	2		40,701	39,835	39,546
	1,5		41,026	40,376	40,160
	1		41,350	40,917	40,773

Tabelul 2.2 - continuare

45	**4,5**	45,000	42,077	40,129	39,479
	(4)		42,402	40,670	40,093
	3		43,051	41,752	41,319
	2		43,701	42,835	42,546
	1,5		44,026	43,376	43,160
	1		44,350	43,917	43,773
48	**5**	48,000	44,752	42,587	41,866
	4		45,402	43,670	43,093
	3		46,051	44,752	44,319
	2		46,701	45,835	45,546
	1,5		47,026	46,376	46,160
	1		47,350	46,917	46,773
52	**5**	52,000	48,752	46,587	45,866
	(4)		49,402	47,670	47,093
	3		50,051	48,752	48,319
	2		50,701	49,835	49,546
	1,5		51,026	50,376	50,160
	1		51,350	50,917	50,773

Observaţie: Dimensiunile din paranteze se vor evita pe cât posibil.

2.1.2 Filet metric conic (STAS 6423, DIN 158).

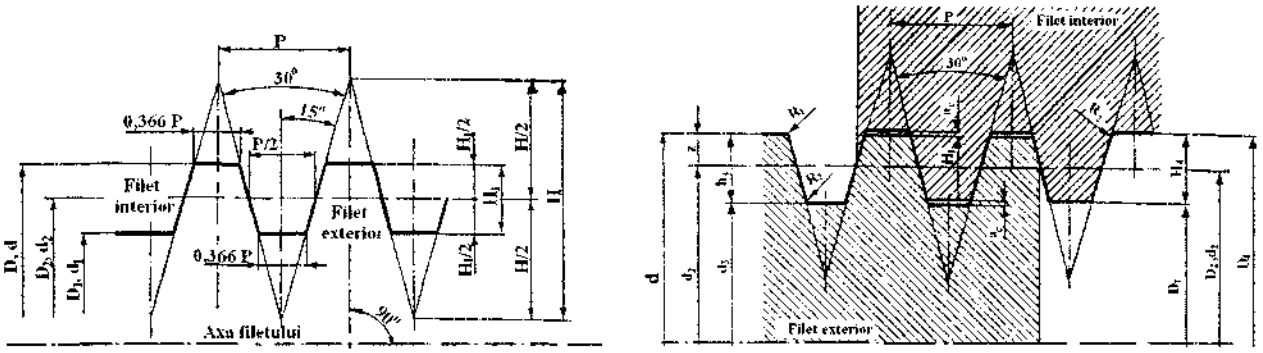
Tabelul 2.3

Diametrul filetului d		Pasul P	Diametrele în planul de măsurare(principal)			Lungimile filetului		
şirul I	şirul II		d = D	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	l	l_1	l_2
6			6,000	5,350	4,917			
8	-	1	8,000	7,350	6,917	8	2,5	3
10			10,000	9,350	8,917			
12			12,000	11,026	10,376			
	14		14,000	13,026	12,376			
16			16,000	15,026	14,376			
	18	1,5	18,000	17,026	16,376	11	3,5	4
20			20,000	19,026	18,376			
	22		22,000	21,026	20,376			
24			24,000	23,026	22,376			
	27		27,000	25,701	24,835			
30			30,000	28,701	27,835			
	33		33,000	31,701	30,835			
36			36,000	34,701	33,835			
	39	2	39,000	37,701	36,835	16	5	6
42			42,000	40,701	39,835			
	45		45,000	43,701	42,835			
48			48,000	46,701	45,835			
	52		52,000	50,701	49,835			
56			56,000	54,701	53,835			
	60		60,000	58,701	57,835			

Observaţie: Conicitatea $K = 2\text{tg}\frac{\alpha}{2} = 1 : 16$; $\alpha = 3^0 34' 48''$; $\alpha/2 = 1^0 47' 24''$

Fig. 2.2

2.1.3 Filet trapezoidal ISO (SR ISO 2904, DIN 103).



Profilul de bază **Profilul nominal**

Fig.2.3

$H = 1{,}866P$
$H_1 = 0{,}5P$
$H_4 = 0{,}5P + a_c = h_3$

$d_2 = D_2 = d - 0{,}5P = d - 2z$
$d_3 = d - 2h_3 = d - P - 2a_c$
$D_1 = d - 2H_1 = d - P$
$D_4 = d + 2a_c$
$a_c = 0{,}15$ pentru $P = 1{,}5$ mm
$a_c = 0{,}25$ pentru $2 \le P \le 5$ mm
$a_c = 0{,}5$ pentru $6 \le P \le 12$ mm
$a_c = 1$ pentru $14 \le P \le 44$ mm

$z = 0{,}25P = H_1/2$
$R_{1\,max} = 0{,}5a_c$
$R_{2\,max} = a_c$

2.1.3.1 Dimensiunile profilului de bază la filete trapezoidale ISO.

Tabelul 2.4

Pas P	H = 1,866.P	H/2 = 0,933.P	H_1 = 0,5.P	0,366.P
1,5	2,799	1,400	0,75	0,549
2	3,732	1,866	1	0,732
3	5,598	2,799	1,5	1,098
4	7,464	3,732	2	1,464
5	9,330	4,665	2,5	1,830
6	11,196	5,598	3	2,196
7	13,062	6,531	3,5	2,562
8	14,928	7,464	4	2,928
9	16,794	8,397	4,5	3,294
10	18,660	9,330	5	3,660
12	22,392	11,196	6	4,392
14	26,124	13,062	7	5,124
16	29,856	14,928	8	5,856
18	33,558	16,794	9	6,588

Tabelul 2.4 - continuare

20	37,320	18,660	10	7,320
22	41,052	20,526	11	8,052
24	44,784	22,392	12	8,784
28	52,248	26,124	14	10,248
32	59,712	29,856	16	11,712
36	67,176	33,588	18	13,176
40	74,640	37,320	20	14,640
44	82,104	41,052	22	16,104

2.1.3.2 Dimensiunile profilului nominal la filetul trapezoidal ISO.

Tabelul 2.5

P	H_1	H_4	a_c	$R_{1\,max}$	$R_{2\,max}$
1,5	0,75	0,90	0,15	0,075	0,15
2	1,00	1,25	0,25	0,125	0,25
3	1,50	1,75	0,25	0,125	0,25
4	2,00	2,25	0,25	0,125	0,25
5	2,50	2,75	0,25	0,125	0,25
6	3,00	3,50	0,50	0,250	0,50
8	4,00	4,50	0,50	0,250	0,50
10	5,00	5,50	0,50	0,250	0,50
12	6,00	6,50	0,50	0,250	0,50
14	7,00	8,00	1,00	0,50	1,00
16	8,00	9,00	1,00	0,50	1,00
18	9,00	10,00	1,00	0,50	1,00
20	10,00	11,00	1,00	0,50	1,00
22	11,00	12,00	1,00	0,50	1,00
24	12,00	13,00	1,00	0,50	1,00
28	14,00	15,00	1,00	0,50	1,00
32	16,00	17,00	1,00	0,50	1,00
36	18,00	19,00	1,00	0,50	1,00
40	20,00	21,00	1,00	0,50	1,00
44	22,00	23,00	1,00	0,50	1,00

2.1.3.3 Filetul trapezoidal – dimensiuni.

Tabelul 2.6

Diametrul nominal d		Pasul P	Diametrul mediu $d_2 = D_2$	Diametrul exterior D_4	Diametrul interior	
Şirul 1	Şirul 2				d_3	D_1
8		1,5	7,250	8,300	6,200	6,500
	9	1,5	8,250	9,300	7,200	7,500
		2	8,000	9,500	6,500	7,000
10		1,5	9,250	10,300	8,200	8,500
		2	9,000	10,500	7,500	8,000
	11	2	10,000	11,500	8,500	9,000
		3	9,500	11,500	7,500	8,000
12		2	11,000	12,500	9,500	10,000
		3	10,500	12,500	8,500	9,000
	14	2	13,000	14,500	11,500	12,000
		3	12,500	14,500	10,500	11,000

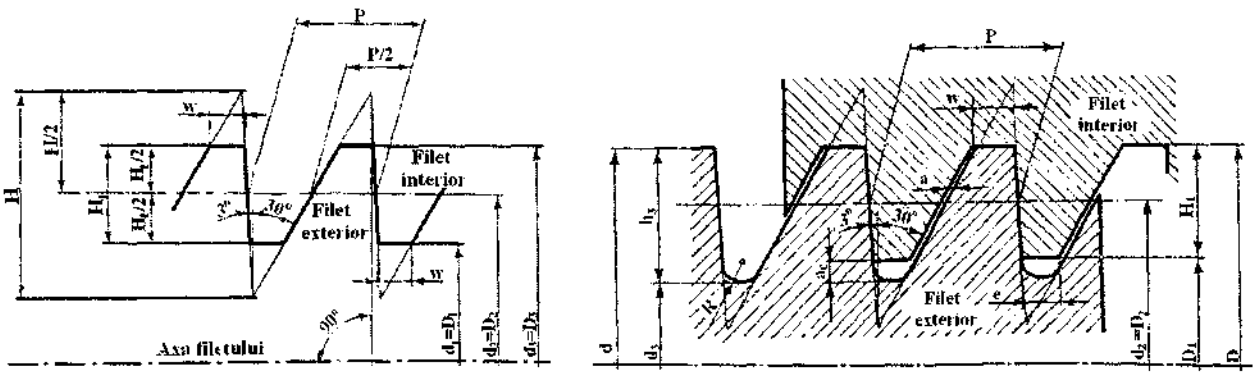
Tabelul 2.6 - continuare

16		2	15,000	16,500	13,500	14,000
		4	14,000	16,500	11,500	12,000
	18	2	17,000	18,500	15,500	16,000
		4	16,000	18,500	13,500	14,000
20		2	19,000	20,500	17,500	18,000
		4	18,000	20,500	15,500	16,000
		3	20,500	22,500	18,500	19,000
	22	5	19,500	22,500	16,500	17,000
		8	18,000	23,000	13,000	14,000
		3	22,500	24,500	20,500	21,000
24		5	21,500	24,500	18,500	19,000
		8	20,000	25,000	15,000	16,000
		3	24,500	26,500	22,500	23,000
	26	5	23,500	26,500	20,500	21,000
		8	22,000	27,000	17,000	18,000
		3	26,500	28,500	24,500	25,000
28		5	25,500	28,500	22,500	23,000
		8	24,000	29,000	19,000	20,000
		3	28,500	30,500	26,500	27,000
	30	6	27,000	31,000	23,000	24,000
		10	25,000	31,000	19,000	20,000
		3	30,500	32,500	28,500	29,000
32		6	29,000	33,000	25,000	26,000
		10	27,000	33,000	21,000	22,000
		3	32,500	34,500	30,500	31,000
	34	6	31,000	35,000	27,000	28,000
		10	29,000	35,000	23,000	24,000
		3	34,500	36,500	32,500	33,000
36		6	33,000	37,000	29,000	30,000
		10	31,000	37,000	25,000	26,000
		3	36,500	38,500	34,500	35,000
	38	7	34,500	39,000	30,000	31,000
		10	33,000	39,000	27,000	28,000
		3	38,500	40,500	36,500	37,000
40		7	36,500	41,000	32,000	33,000
		10	35,000	41,000	29,000	30,000
		3	40,500	42,500	38,500	39,000
	42	7	38,500	43,000	34,000	35,000
		10	37,000	43,000	31,000	32,000
		3	42,500	44,500	40,500	41,000
44		7	40,500	45,000	36,000	37,000
		12	38,000	45,000	31,000	32,000
		3	44,500	46,500	42,500	43,000
	46	8	42,000	47,000	37,000	38,000
		12	40,000	47,000	33,000	34,000
		3	46,500	48,500	44,500	45,000
48		8	44,000	49,000	39,000	40,000
		12	42,000	49,000	35,000	36,000
		3	48,500	50,500	46,500	47,000
	50	8	46,000	51,000	41,000	42,000
		12	44,000	51,000	37,000	38,000

Tabelul 2.6 - continuare

52		3	50,500	52,500	48,500	49,000
		8	48,000	53,000	43,000	44,000
		12	46,000	53,000	39,000	40,000
	55	3	53,500	55,500	51,500	52,000
		9	50,500	56,000	45,000	46,000
		14	48,000	57,000	39,000	41,000
60		3	58,500	60,500	56,500	57,000
		9	55,500	61,000	50,000	51,000
		14	53,000	62,000	44,000	46,000
	65	4	63,000	65,500	60,500	61,000
		10	60,000	66,000	54,000	55,000
		16	57,000	67,000	47,000	49,000
70		4	68,000	70,500	65,500	66,000
		10	65,000	71,000	59,000	60,000
		16	62,000	72,000	52,000	54,000
	75	4	73,000	75,500	70,500	71,000
		10	70,000	76,000	64,000	65,000
		16	67,000	77,000	57,000	59,000
80		4	78,000	80,500	75,500	76,000
		10	75,000	81,000	69,000	70,000
		16	72,000	82,000	62,000	64,000
	85	4	83,000	85,500	80,500	81,000
		12	79,000	86,000	72,000	73,000
		18	76,000	87,000	65,000	67,000
90		4	88,000	90,500	85,500	86,000
		12	84,000	91,000	77,000	78,000
		18	81,000	92,000	70,000	72,000
	95	4	93,000	95,500	90,500	91,000
		12	89,000	96,000	82,000	83,000
		18	86,000	97,000	75,000	77,000
100		4	98,000	100,500	95,500	96,000
		12	94,000	101,000	87,000	88,000
		20	90,000	102,000	78,000	80,000

2.1.4 Filetul ferăstrău (STAS 2234).



Profil de bază **Profil nominal**

Fig.2.4

$d = D$ $a_c = 0{,}11777.P$ $H_1 = 0{,}75P$

$d_2 = D_2 = d - 0{,}75.P$ $a = 0{,}1\sqrt{P}$ $H = 1{,}5878.P$

$d_3 = d - 2h_3 = d - 1{,}7355.P$ $w = 0{,}26384.P$

$h_3 = 0{,}86777.P$ $e = w - a$

$D_1 = d - 2H_1 = d - 1{,}5P$ $R = 0{,}12427.P$

Fig. 2.4

2.1.4.1 Dimensiunile profilului de bază al filetului ferăstrău.

Tabelul 2.7

Pasul P	H	H/2	H_1	w
2	3,1756	1,5878	1,50	0,52768
3	4,7634	2,3817	2,25	0,79152
4	6,3512	3,1756	3,00	1,05536
5	7,9390	3,9695	3,75	1,31920
6	9,5268	4,7634	4,50	1,58304
7	11,1146	5,5573	5,25	1,84688
8	12,7024	6,3512	6,00	2,11072
9	14,2902	7,1451	6,75	2,37456
10	15,8780	7,9390	7,50	2,63840
12	19,0536	9,5268	9,00	3,16608
14	22,2292	11,1146	10,50	3,69376
16	25,4048	12,7024	12,00	4,22144
18	28,5804	14,2902	13,50	4,74912
20	31,7560	15,8780	15,00	5,27680
22	34,9316	17,4658	16,50	5,80548
24	38,1072	19,0653	18,00	6,33216
28	44,4584	22,2292	21,00	7,38752
32	50,8096	25,4048	24,00	8,44288
36	57,1608	28,5804	27,00	9,49824
40	63,5120	31,7650	30,00	10,55360
44	69,8632	34,9316	33,00	11,60896

2.1.4.2 Dimensiunile profilului nominal al filetului ferăstrău.

Tabelul 2.8

Pasul P	Adâncimea filetului h_3	Înălțimea de lucru H_1	Raza de racordare R
2	1,736	1,5	0,249
3	2,603	2,25	0,373
4	3,471	3	0,497
5	4,339	3,75	0,621
6	5,207	4,5	0,746
7	6,074	5,25	0,870
8	6,942	6	0,994
9	7,810	6,75	1,118
10	8,768	7,5	1,243
12	10,415	9	1,491
14	12,149	10,5	1,740
16	13,884	12	1,988
18	15,620	13,5	2,237
20	17,355	15	2,485
22	19,091	16,5	2,734

Tabelul 2.8 - continuare

24	20,826	18	2,982
28	24,298	21	3,480
32	27,769	24	3,977
36	31,240	27	4,474
40	34,711	30	4,971
44	38,182	33	5,468

2.1.4.3 Filetul ferăstrău – dimensiuni.

Tabelul 2.9

Diametrul nominal d = D		Pasul P	Diametrul mediu	Diametrul interior	
Şirul 1	Şirul 2		$d_2 = D_2$	d_3	D_1
10		2	8,500	6,528	7,000
12		2	10,500	8,528	9,000
		3	9,750	6,794	7,500
	14	2	12,500	10,528	11,000
		3	11,750	8,794	9,500
16		2	14,500	12,528	13,000
		4	13,000	9,058	10,000
	18	2	16,500	14,528	15,000
		4	15,000	11,058	12,000
20		2	18,500	16,528	17,000
		4	17,000	13,058	14,000
		3	19,750	16,794	17,500
	22	5	18,250	13,322	14,500
		8	16,000	8,166	10,000
		3	21,750	18,794	19,500
24		5	20,250	15,322	16,500
		8	18,000	10,166	12,000
		3	23,750	20,794	21,500
	26	5	22,250	17,322	18,000
		8	20,000	12,166	14,000
		3	25,750	22,794	23,500
28		5	24,250	19,732	20,500
		8	22,000	14,166	16,000
		3	27,750	24,794	25,500
	30	6	25,500	19,586	21,000
		10	22,500	12,644	15,000
		3	29,750	26,794	27,500
32		6	27,500	21,588	23,000
		10	21,500	14,644	17,000
		3	31,750	28,794	29,500
	34	6	29,500	23,586	25,000
		10	26,500	16,644	19,000
		3	33,750	30,794	31,500
36		6	31,500	25,586	27,000
		10	28,500	18,644	21,000
		3	35,750	32,794	33,500
	38	7	32,750	25,852	27,500
		10	30,500	20,644	23,000

Tabelul 2.9 - continuare

40		3	37,750	34,794	35,500
		7	34,750	27,852	29,500
		10	32,500	22,644	25,000
	42	3	39,750	36,794	37,500
		7	36,750	29,852	31,500
		10	34,500	24,644	27,000
44		3	41,750	38,794	39,500
		7	38,750	31,852	33,500
		12	35,000	23,174	26,000
	46	3	43,750	40,794	41,500
		8	40,000	32,116	34,000
		12	37,000	25,174	28,000
48		3	45,750	42,794	43,500
		8	42,000	34,116	36,000
		12	39,000	27,174	30,000
	50	3	47,750	44,794	45,500
		8	44,000	36,116	38,000
		12	41,000	29,174	32,000
52		3	49,750	46,794	47,500
		8	46,000	38,116	40,000
		12	43,000	31,174	34,000
	55	3	52,750	49,794	50,500
		9	48,250	39,380	41,500
		14	44,500	30,702	34,000
60		3	57,750	54,794	55,500
		9	53,250	44,380	46,500
		14	49,500	35,702	39,000
	65	4	62,000	58,058	59,000
		10	57,500	47,644	50,000
		16	53,000	37,232	41,000
70		4	67,000	63,058	64,000
		10	62,500	52,644	55,000
		16	58,000	42,232	46,000
	75	4	72,000	68,058	69,000
		10	67,500	57,644	60,000
		16	63,000	47,232	51,000
80		4	77,000	73,058	74,000
		10	72,500	62,644	65,000
		16	68,000	52,232	56,000
	85	4	82,000	78,058	79,000
		12	76,000	64,174	67,000
		18	71,500	53,760	58,000
90		4	87,000	83,058	84,000
		12	81,000	69,174	72,000
		18	76,500	58,760	63,000
	95	4	92,000	88,058	89,000
		12	86,000	74,174	77,000
		18	81,500	63,760	69,000
100		4	97,000	93,058	94,000
		12	91,000	79,058	82,000
		20	85,000	65,290	70,000

2.1.5 Filetul pătrat.

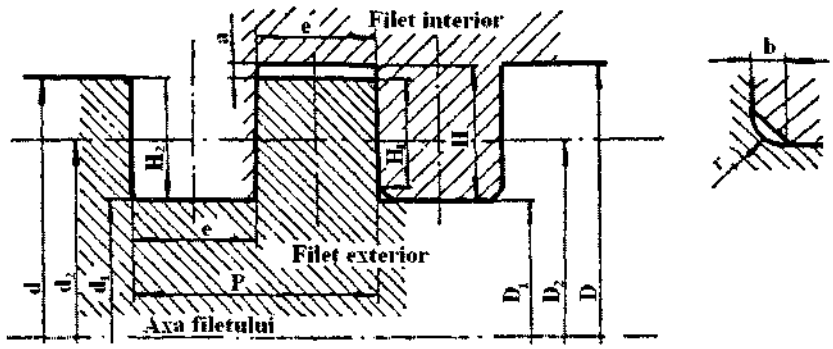


Fig.2.5

$t_1 = 0,5P$ – înălţimea spirei şurubului
$t = t_1 + a = 0,5P + a$ – înălţimea spirei piuliţei
$t_2 = t_1 - b = 0,5P - b$ – înălţimea utilă a spirei
$e = 0,5P$ – grosimea spirei şi golului
$d_2 = D_2 = d - t_1 = d - 0,5P$
$d_1 = D_1 = d - 2t_1 = d - P$
$D = d + 2a$

a – jocul radial la vârful spirei şurubului
b – teşitura filetului piuliţei
b = 0,25 mm pentru : P = 2,3 şi 4 mm
b = 0,5 mm pentru : P = 5,6,8,10 şi 12 mm
b = 1 mm pentru : P = 16 şi 20 mm
r – raza de racordare la fundul filetului şurubului
r = 0,12 mm pentru : P = 2,3 şi 4 mm
r = 0,25 mm pentru : P = 5,6,8,10 şi 12 mm
r = 0,50 mm pentru : P = 16 şi 20 mm

Pentru sarcini mari de transmis filetul pătrat se racordează la fund.

Tabelul 2.10

Diametrul nominal d	Pasul P	Diametrul mediu $d_2 = D_2$	Diametrul exterior D	Diametrul interior $d_1 = D_1$
10	2	9,000	10,500	8,000
	3	8,500		7,000
12	2	11,000	12,500	10,000
	3	10,500		9,000
14	2	13,000	14,500	12,000
	3	12,500		11,000
16	2	15,000	16,500	14,000
	4	14,000		12,000
18	2	17,000	18,500	16,000
	4	16,000		14,000
20	2	19,000	20,500	18,000
	4	18,000		16,000
22	2	21,000	22,500	20,000
	5	19,500		17,000
	8	18,000		14,000
24	2	23,000	24,500	22,000
	5	21,500		19,000
	8	20,000		16,000
26	2	25,000	26,500	24,000
	5	23,500		21,000
	8	22,000		18,000

Tabelul 2.10 - continuare

28	2	27,000	28,500	26,000
	5	25,500		23,000
	8	24,000		20,000
30	3	28,500	30,500	27,000
	6	27,000		24,000
	10	25,000		20,000
32	3	30,500	32,500	29,000
	6	29,000		26,000
	10	27,000		22,000
36	3	34,500	36,500	33,000
	6	33,000		30,000
	10	31,000		26,000
40	3	38,500	40,500	37,000
	6	37,000		34,000
	10	35,000		30,000
44	3	42,500	44,500	41,000
	8	40,000		36,000
	12	38,000		32,000
48	3	46,500	48,500	45,000
	8	44,000		40,000
	12	42,000		36,000
50	3	48,500	50,500	47,000
	8	46,000		42,000
	12	44,000		38,000
52	3	50,500	52,500	49,000
	8	48,000		44,000
	12	46,000		40,000
55	3	53,500	55,500	52,000
	8	51,000		47,000
	12	49,000		43,000
60	3	58,500	60,500	57,000
	8	56,000		52,000
	12	54,000		48,000
65	4	63,000	65,500	61,000
	10	60,000	65,500	55,000
	16	57,000	66,000	49,000
70	4	68,000	70,500	66,000
	10	65,000	70,500	60,000
	16	62,000	71,000	54,000
75	4	73,000	75,500	71,000
	10	70,000	75,500	65,000
	16	67,000	76,000	59,000
80	4	78,000	80,500	76,000
	10	75,000	80,500	70,000
	16	72,000	81,000	64,000
85	5	82,500	85,500	80,000
	12	79,000	85,500	73,000
	20	75,000	86,000	65,000
90	5	87,500	90,500	85,000
	12	84,000	90,500	78,000
	20	80,000	91,000	70,000

Tabelul 2.10 - continuare

95	5	92,500	95,500	90,000
	12	89,000	95,500	83,000
	20	85,000	96,000	75,000
100	5	97,500	100,500	95,000
	12	94,000	100,500	88,000
	20	90,000	101,000	80,000

2.2 IEŞIRI. DEGAJĂRI. TEŞITURI.

2.2.1 Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior (STAS 3508/1).

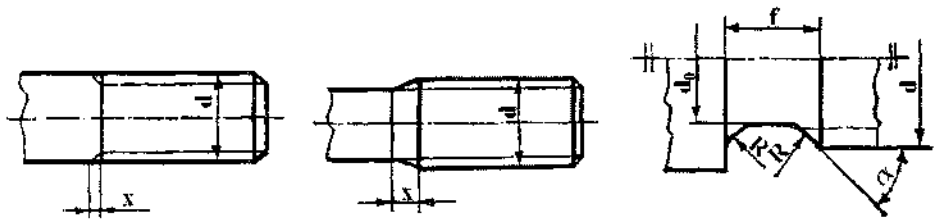


Fig.2.6

Tabelul 2.11

Filet d		Ieşirea filetului		Degajarea filetului			
Pasul P	metric normal	normală	scurtă	R ≈	d_0 h13	normală	scurtă
		x_{max}				f_{max}	
0,20	-	0,5	0,25	0,1	d-0,3	0,6	0,4
0,25	M1;M1,1;M1,2	0,6	0,3	0,12	d-0,4	0,8	0,5
0,30	M1,4	0,8	0,4	0,16	d-0,5	0,9	0,6
0,35	M1,6;M1,8	0,8	0,4	0,2	d-0,6	1,1	0,7
0,40	M2	1	0,5	0,2	d-0,7	1,2	0,8
0,45	M2,2;M2,5	1	0,5	0,2	d-0,7	1,4	0,9
0,5	M3	1,2	0,6	0,3	d-0,8	1,5	1
0,6	M3,5	1,6	0,8	0,3	d-1	1,8	1,2
0,7	M4	1,6	0,8	0,4	d-1,1	2,1	1,4
0,75	M4,5	2	1	0,4	d-1,2	2,3	1,5
0,8	M8	2	1	0,4	d-1,3	2,4	1,6
1	M6;M7	2,5	1,2	0,5	d-1,6	3	2
1,25	M8;M9	3	1,6	0,6	d-2	3,8	2,5
1,5	M10;M11	3,5	1,8	0,8	d-2,3	4,5	3
1,75	M12	4	2	1	d-2,6	5,3	3,5
2	M14;M16	5	2,5	1	d-3	6	4
2,5	M18;M20;M22	6	3	1,2	d-3,6	7,5	5
3	M24;M27	7	3,5	1,6	d-4,4	9	6
3,5	M30;M33	8	4	1,6	d-5	10,5	7
4	M36;M39	10	5	2	d-5,7	12	8
4,5	M42;M45	11	5,5	2	d-6,4	13,5	9
5	M48;M52	12	6	2,5	d-7	15	10
5,5	M56;M60	13	6,5	3	d-7,7	16,5	11
6	M64;M68	15	7,5	3	d-8,3	18	12

2.2.1.1 Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior (fig.2.10).

Tabelul 2.12

Ieşirea filetului		Lungimea părţii nefiletate			Degajarea filetului			
					f_1		f_2	
x_1 normală	x_2 scurtă	a_1 normală	a_2 scurtă	a_3 lungă	normală	scurtă	normală	scurtă
2,5P	1,25P	3P	2P	4P	2P	1P	3,5P	2,5P

2.2.1.2 Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior.

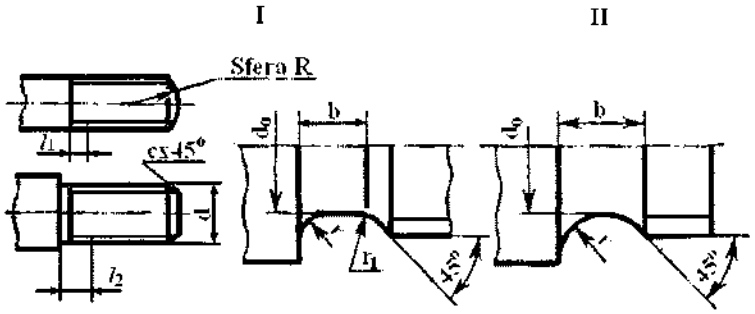


Fig.2.7

Tabelul 2.13

Pas filet P	Ieşirea filetului					Degajarea filetului									Teşirea c
	$l_{1\,max}$			$l_{2\,max}$		tip I						tip II		d_0	
	pentru un unghi:			normal	micşorat	normală			scurtă			b	r		
	20^0	30^0	45^0			b	r	r_1	b	r	r_1				
0,35	0,6	0,4	0,3	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	d-0,6	0,3
0,4	0,7	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	d-0,6	0,3
0,45	0,8	0,5	0,3	1,0	0,8	1,0	0,3	0,2	-	-	-	-	-	d-0,7	0,3
0,5	1,0	0,6	0,4	1,6	1,0	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	d-0,8	0,5
0,6	1,2	0,7	0,4	1,6	1,0	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	d-0,9	0,5
0,7	1,3	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	-	-	d-1,0	0,5
0,75	1,5	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	-	-	d-1,2	1,0
0,8	1,5	0,9	0,6	3,0	1,6	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	-	-	d-1,2	1,0
1	1,8	1,2	0,7	3,0	2,0	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	d-1,5	1,0
1,25	2,2	1,5	0,9	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,4	2,5	d-1,8	1,6
1,5	2,8	1,6	1,0	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	4,6	2,5	d-2,2	1,6
1,75	3,2	2,0	1,2	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	5,4	3,0	d-2,5	1,6
2	3,5	2,2	1,4	5,0	3,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	5,6	3,0	d-3,0	2,0
2,5	4,5	3,0	1,6	6,0	4,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,3	4,0	d-3,5	2,5
3	5,2	3,5	2,0	6,0	4,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	7,6	4,0	d-4,5	2,5
3,5	6,3	4,0	2,2	8,0	5,0	8,0	2,0	1,5	5,0	1,5	0,5	10,2	5,5	d-5,0	2,5
4	7,1	4,5	2,5	8,0	5,0	8,0	2,0	1,5	5,0	1,5	0,5	10,3	5,5	d-6,0	3,0
4,5	8,0	5,0	3,0	10,0	6,0	10,0	3,0	1,5	6,0	1,5	1,0	12,9	7,0	d-6,5	3,0
5	9,0	5,5	3,2	10,0	6,0	10,0	3,0	1,5	6,0	1,5	1,0	13,1	7,0	d-7,0	4,0
5,5	10,0	6,0	3,5	12,0	8,0	12,0	3,0	1,5	8,0	2,0	1,0	15,0	8,0	d-8,0	4,0
6	11,0	6,0	4,0	12,0	8,0	12,0	3,0	1,5	8,0	2,0	1,0	16,0	8.5	d-9,0	4,0

2.2.2 Ieşirea şi degajarea filetului metric interior.

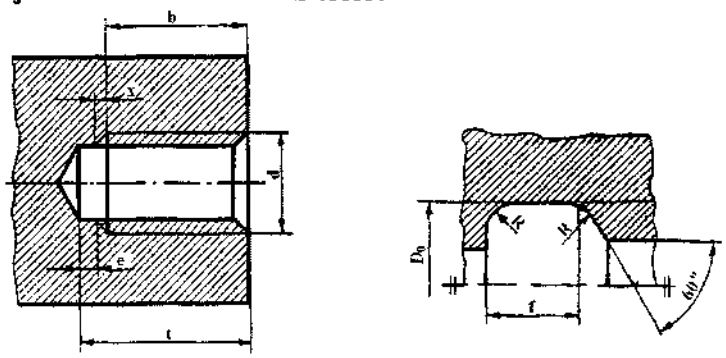


Fig.2.8

Tabelul 2.14

Filet d		Ieşirea filetului						Degajarea filetului			
Pasul P	metric normal	normală		scurtă		lungă		R ≈	D_0 H13	normală	scurtă
		x_{max}	e_{min}	x_{max}	e_{min}	x_{max}	e_{min}			f_{max}	
0,20	-	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
0,25	M1;M1,1;M1,2	0,5	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
0,30	M1,4	0,6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,35	M1,6;M1,8	0,7	1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	M2	0,8	1,4	0,6	0,8	1,6	1	-	-	-	-
0,45	M2,2;M2,5	0,9	1,6	0,6	1	1,8	1,6	-	-	-	-
0,5	M3	1	1,8	0,8	1,2	2	1,8	0,5	d+0,3	2	1
0,6	M3,5	1,2	1,8	0,8	1,2	2,4	1,8	0,5	d+0,3	2,4	1,2
0,7	M4	1,5	2	1	1,4	2,8	2	0,6	d+0,3	2,8	1,4
0,75	M4,5	1,5	2	1	1,4	3	2	0,6	d+0,3	3	1,5
0,8	M8	1,6	2	1,2	1,4	3,2	2	0,6	d+0,3	3,2	1,6
1	M6;M7	2	2,5	1,5	1,6	4	2,5	0,8	d+0,5	4	2
1,25	M8;M9	2,5	2,5	1,8	1,6	5	2,5	1	d+0,5	5	2,5
1,5	M10;M11	3	2,5	2	1,6	6	2,5	1	d+0,5	6	3
1,75	M12	3,5	2,5	2,5	1,6	7	2,5	1	d+0,5	7	3,5
2	M14;M16	4	2,5	3	1,6	8	2,5	1,2	d+0,5	8	4
2,5	M18;M20;M22	5	2,5	3,5	1,6	10	2,5	1,6	d+0,5	10	5
3	M24;M27	6	2,5	4	1,6	12	2,5	2	d+0,5	12	6
3,5	M30;M33	7	3	5	2	14	3	2	d+0,5	14	7
4	M36;M39	8	3	6	2	16	3	2	d+0,5	16	8
4,5	M42;M45	9	3	6	2	18	3	2,5	d+0,5	18	9
5	M48;M52	10	3	7	2	20	3	2,5	d+0,5	20	10
5,5	M56;M60	11	4	8	3	22	4	3	d+0,5	22	11
6	M64;M68	12	4	9	3	24	4	3	d+0,5	24	12

2.2.2.1 Ieşirea şi degajarea filetului metric interior (fig.2.11).

Tabelul 2.15

Lungimea părţii nefiletate			Degajarea filetului				r
			f_1		f_2		
e_1 normală	e_2 scurtă	e_3 lungă	normală	scurtă	normală	scurtă	
(6,3 ... 4)P	(4 ... 2,5)P	(10...6,3)P	4P	2,5P	6P	4P	0,5P

Observaţie: $D_0 = (d + 1)$ pentru P = 1,5 ... 5 mm ; $D_0 = (d + 1,5)$ pentru P = 6 ... 12 mm .

2.2.2.2 Ieşirea şi degajarea filetului metric interior.

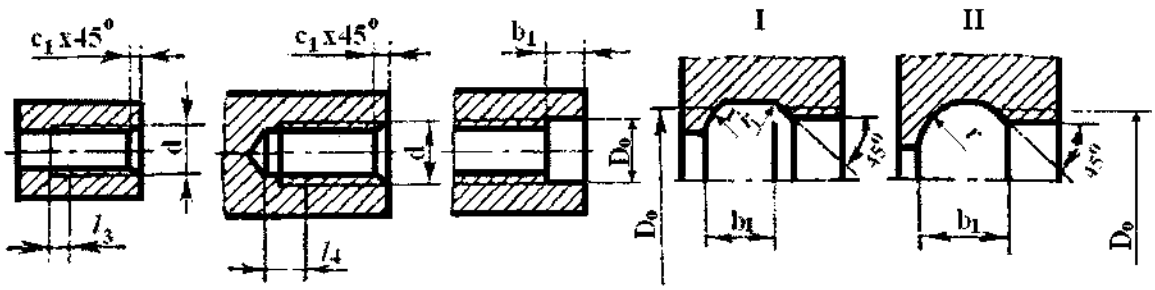


Fig.2.9

Tabelul 2.16

Pas filet P	Ieşirea filetului				Degajarea filetului								D0	Teşitura c
	$l_{3\,max}$		$l_{4\,max}$		tip I						tip II			
	normală	micşorată	normală	micşorată	normală			scurtă			b_1	r		
					b_1	r	r_1	b_1	r	r_1				
0,35	0,8	0,5	2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,4	0,9	0,6	2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,45	1,1	0,7	2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
0,5	1,2	0,8	3,5	3	2,0	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	d+0,3	0,5
0,6	1,5	1,0	3,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
0,7	1,8	1,2	3,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
0,75	1,9	1,3	4	3,2	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	-	-	d+0,4	1,0
0,8	2,1	1,4	4	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
1	2,7	1,8	5	3,8	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	3,6	2,0	d+0,5	1,0
1,25	3,3	2,2	5	3,8	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	4,5	2,5	d+0,5	1,6
1,5	4,0	2,7	6,0	4,5	6,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	5,4	3,0	d+0,7	1,6
1,75	4,7	3,2	7,0	5,2	7,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	6,2	3,5	d+0,7	1,6
2	5,5	3,7	8,0	6,0	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	0,5	6,5	3,5	d+1,0	2,0
2,5	7,0	4,7	10,0	7,5	10	3,0	1,0	5,0	1,6	0,5	8,9	5,0	d+1,0	2,5
3	-	5,7	-	9,0	10	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	11,4	6,5	d+1,2	2,5
3,5	-	6,6	-	10,5	10	3,0	1,0	7,0	1,6	1,0	13,1	7,5	d+1,2	2,5
4	-	7,6	-	12,5	12	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	14,3	8,0	d+1,5	3,0
4,5	-	8,5	-	14,0	14	3,0	1,0	10	3,0	1,0	16,6	9,5	d+1,5	3,0
5	-	9,5	-	16,0	16	3,0	1,0	10	3,0	1,0	18,4	10,5	d+1,8	4,0
5,5	-	-	-	-	16	3,0	1,0	12	3,0	1,0	18,7	10,5	d+1,8	4,0
6	-	-	-	-	16	3,0	1,0	12	3,0	1,0	18,9	10,5	d+2,0	4, 0

Observaţii: Ieşirea normală şi degajarea normală se prescriu în mod curent; la filetele exterioare forma ieşirii filetului şi forma degajării şi unghiul α depind de tehnologia de prelucrare;
Ieşirea scurtă se prescrie în cazuri speciale ţinând seama de considerente constructive sau de montaj;
Ieşirea lungă la filete interioare se prescrie atunci când se filetează găuri adânci cu tarodul dintr-o singură trecere sau când se filetează materiale cu rezistenţă înaltă;
Degajarea scurtă se prescrie în cazuri speciale ţinând seama de considerente constructive sau de montaj, ca de exemplu la şuruburile cu degajare sub cap.

2.2.3 Ieşirea şi degajarea filetului trapezoidal şi ferăstrău (STAS 3508/5).

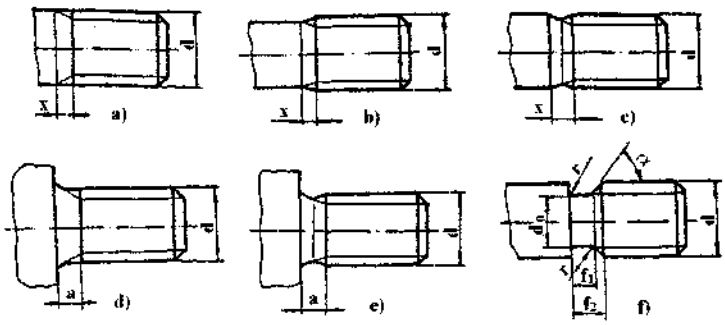


Fig. 2.10

2.2.3.1 Ieşirea filetului exterior.

Tabelul 2.17

Pasul P mm	Ieşirea filetului x_{max}			Lungimea părţii nefiletate a_{max}		
	normală $x_1 = 4P$	scurtă $x_2 = 2{,}5P$	lungă $x_3 = 5{,}5P$	normală $a_1 = 4P$	scurtă $a_2 = 2{,}5P$	lungă $a_3 = 5{,}5P$
1,5	6	3,8	8,3	6	3,8	8,3
2	8	5	11	8	5	11
3	12	7,5	16,5	12	7,5	16,5
4	16	10	22	16	10	22
5	20	12,5	27,5	20	12,5	27,5
6	21	15	33	24	15	33
7	28	17,5	38,5	28	17,5	38,5
8	32	20	44	32	20	44
9	36	22,5	49,5	36	22,5	49,5
10	40	25	55	40	25	55
12	48	30	67	48	30	67
14	56	35	77	56	35	77
16	64	40	88	64	40	88
18	72	45	99	72	45	99
20	80	50	110	80	50	110

2.2.3.2 Degajarea filetului exterior.

Tabelul 2.18

Pasul P mm	Degajarea filetului							
	$f_{1\,min}$			$f_{2\,max}$			d_0 h 13	$\approx r$
	A normală (3P)	B scurtă (2P)	C lungă (4P)	A normală (4,5P)	B scurtă (3P)	C lungă (5,5P)		
1,5	4,5	3	6	6,8	4,5	8,3	Valoarea minimă a diametrului interior al filetului conform SRISO2904	0,6
2	6	4	8	9	6	11		
3	9	6	12	13,5	9	16,5		1,6
4	12	8	16	18	12	22		
5	15	10	20	22,5	15	27,5		
6	18	12	24	27	18	33		2,5
7	21	14	28	31,5	21	38,5		
8	24	16	32	36	24	44		
9	27	18	36	40,5	27	49,5		

Tabelul 2.18 - continuare

10	30	20	40	45	30	55		4
12	36	24	48	54	36	67		
14	42	28	56	63	42	77		
16	48	32	64	72	48	88		6
18	54	36	72	81	54	99		
20	60	40	80	90	60	110		8

Observaţii: Ieşirea şi degajarea normală se prevăd în mod uzual atât la filete exterioare cât şi la cele interioare;
Ieşirea şi degajarea scurtă se prevăd numai în cazuri speciale (considerente constructive sau de montaj);
Unghiul $\alpha = 30^0 .. 60^0$ funcţie de execuţia filetului;
Filetul trapezoidal se recomandă să fie realizat numai cu degajarea filetului;
Ieşirea filetului se prevede numai pentru filete cu diametrul nominal ≤ 8 mm;
Degajarea filetului se prevede numai pentru filete cu diametrul nominal > 8 mm;
În cazul degajării diametrul părţii nefiletate a tijei poate fi mai mare decât diametrul filetului;
Prescripţiile de la filetul trapezoidal,privind ieşirea şi degajarea, pot fi utilizate şi la filetul pătrat.

2.2.3.3 Ieşirea şi degajarea filetului interior.

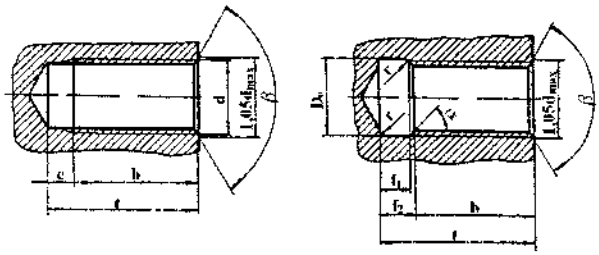


Fig.2.11

Tabelul 2.19

Pasul P mm	Lungimea părţii nefiletate e_{min}			Degajarea filetului							
				$f_{1\ min}$			$f_{2\ max}$				
	normală $e_1 = 6P$	scurtă $e_2=4P$	lungă $e_3=10P$	D normală (5P)	E scurtă (3P)	F lungă (8,5P)	D normală (8,5P)	E scurtă (5P)	F lungă (12P)	D_0 H13	$\approx$ r
1,5	9	6	15	7,5	4,5	12,8	12,8	7,5	18	d+1	0,6
2	12	8	20	10	6	17	17	10	24		
3	18	12	30	15	9	25,5	25,5	15	36		1,6
4	24	16	40	20	12	34	34	20	48		
5	30	20	50	25	15	42,5	42,5	25	60		
6	36	24	60	30	18	51	51	30	72	d+1,5	2,5
7	42	28	70	35	21	59,5	59,5	35	84		
8	48	32	80	40	24	68	68	40	96		
9	54	36	90	45	27	76,5	76,5	45	108		4
10	60	40	100	50	30	85	85	50	120		
12	72	48	120	60	36	102	102	60	144		
14	84	56	140	70	42	119	119	70	168	d+2,5	6
16	96	64	160	80	48	136	136	80	192		
18	108	72	180	90	54	153	153	90	216		
20	120	80	200	100	60	170	170	100	240		8

Observaţii: Unghiul $\beta = 120^0_{-10^0}$ în mod uzual; ieşirea lungă se recomandă la filetele interioare executate în materiale dure;
Cota b reprezintă lungimea filetată a găurii; cota t calculată se recomandă a avea abaterile $^{+0,5P}_{0}$.

2.2.3.4 Degajarea filetului trapezoidal exterior şi interior cu un singur început.

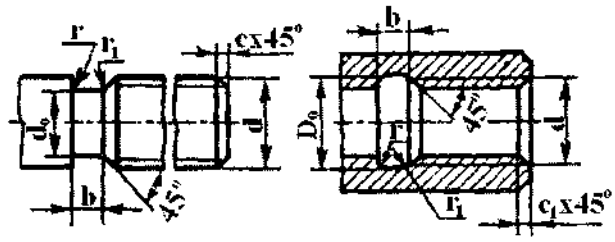


Fig.2.12

Tabelul 2.20

Pasul filetului	Degajarea					Teşirea
	b	r	r_1	d_0	D_0	$c = c_1$
2	3	1,0	0,5	d – 3,0	d + 1,0	1,6
3	5	1,6		d – 4,2		2,0
4	6	1,6		d – 5,2	d + 1,1	2,5
5	8	2,0		d – 7,0	d + 1,6	3,0
6	10	3,0	1,0	d – 8,0		3,5
8	12			d – 10,2	d + 1,8	4,5
10	16	3,0		d – 12,5		5,5
12	18			d – 14,5	d + 2,1	6,5
16	25			d – 19,5	d + 2,8	9,0
20				d – 24,0	d + 3,0	11,0
24	30	5,0	2,0	d – 28,0	d + 3,5	13,0
32	40			d – 36,5		17,0
40	50			d – 44,5	d + 4,0	21,0
48	60			d – 52,8		25,0

2.3 LUNGIMI DE ÎNŞURUBARE. LUNGIMI DE FILETARE. GĂURI DE TRECERE.

2.3.1 Asamblări filetate. Lungimi de înşurubare (STAS 9025).

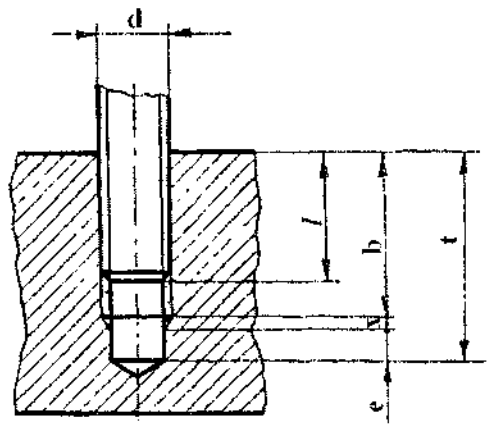


Fig.2.13

Tabelul 2.21

Limita de curgere a materialului piesei în care este executată gaura filetată $R_{p\,0,2}$, MPa	Clasa de rezistență a organului de asamblare										
	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
	Lungimea de înșurubare l										
Peste 127 până la 196	1,5d	1,75d	1,75d	2d	2d	-	-	-	-	-	-
Peste 196 până la 265	1d	1,25d	1,25d	1,5d	1,5d	2d	2d	2d	-	-	-
Peste 265 până la 343	1d	1d	1d	1,25d	1,25d	1,5d	1,75d	1,75d	2d	-	-
Peste 343 până la 422	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1,25d	1,5d	1,5d	2d	2d
Peste 422 până la 530	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1,25d	1,25d	1,5d	1,75d
Peste 530 până la 637	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1,25d	1,5d
Peste 637 până la 735	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1,25d
Peste 735	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d	1d

Observații: Cotele e, x și t conform STAS 3508;
Cota b se determină funcție de lungimea l adoptată ținând seama de condițiile constructive și funcționale specifice;
Coeficientul lungimii de înșurubare din tabel are valorile minime necesare asigurării rezistenței asamblării;
Pentru lungimea de înșurubare nu se recomandă valori mai mari de 2

2.3.2 Asamblări filetate. Lungimi de filetare. Adâncimi de găuri filetate. Lungimi de înșurubare.

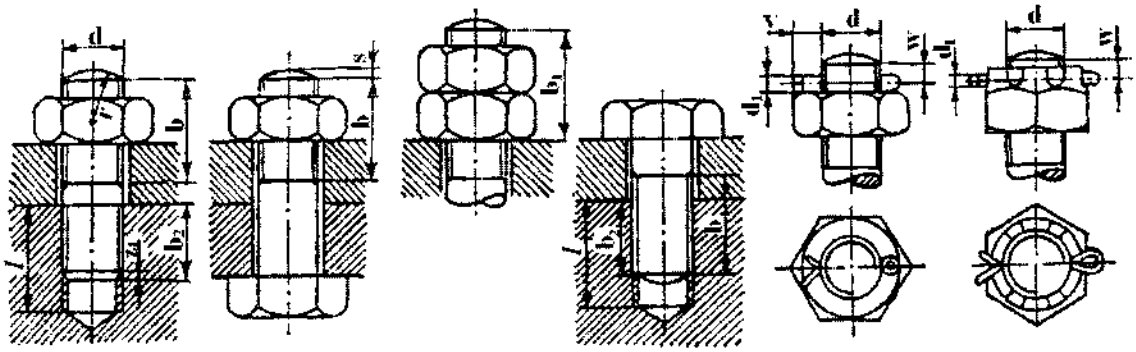


Fig.2.14

Tabelul 2.22

Diametrul filetului d	Lungimea de filetare		Lungimea de înșurubare b_2				Adâncimea găurii de filet l			
	b	b_1	oțel bronz (1d)	fontă alamă (1,3d)	zinc aluminiu (2,5d)	mase plastice (2d)	oțel bronz	fontă alamă	zinc aluminiu	mase plastice
3	8	10	3	4	8	6	6	7	-	9
3,5	9	11	3,5	4,5	9	7	6	7	-	10
4	10	13	4	5	10	8	7	8	-	12

Tabelul 2.22 - continuare

5	12	15	5	6,5	13	10	8	10	16	15
6	15	18	6	8	15	12	10	12	19	18
8	18	22	8	10	20	16	13	15	25	24
10	22	25	10	13	25	20	16	19	32	28
12	25	32	12	16	32	25	20	25	40	32
14	25	32	14	18	35	28	22	28	42	38
16	30	38	16	20	40	32	25	30	50	40
18	35	45	18	24	45	35	28	32	55	45
20	35	45	20	25	50	40	30	35	60	50
22	38	50	22	28	55	44	32	38	65	54
24	38	50	24	32	60	48	35	42	70	58
27	42	55	27	35	65	55	35	45	75	65
30	48	60	30	38	75	60	42	50	88	70

2.3.2.1 Terminări de filete şi şplinturi (fig.2.14).

Tabelul 2.23

Diametrul filetului d	Terminare de filet			Şplinturi		
	s	r	z_1	d_1	w	v
3	0,5	0,5	0,5	0,8	1,5	3
3,5	0,6	3	0,6	0,8	1,5	3
4	0,7	3	0,8	1	1,8	4
5	0,9	4	0,8	1	1,8	4
6	1	5	1	1,5	2	5
8	1,5	6	1,2	2	3	6
10	1,7	8	1,5	2	3	6
12	2	10	2	3	4	6
14	2,3	12	2	3	45	6
16	2,3	15	2	4	5	8
18	3	15	2,5	4	5	8
20	3	18	2,5	4	5	8
22	3,3	20	2,5	5	6,5	10
24	4	20	3	5	6,5	10
27	4	25	3	5	6,5	10
30	5	25	4	6	8	12

2.3.3 Elemente constructive la asamblări filetate.

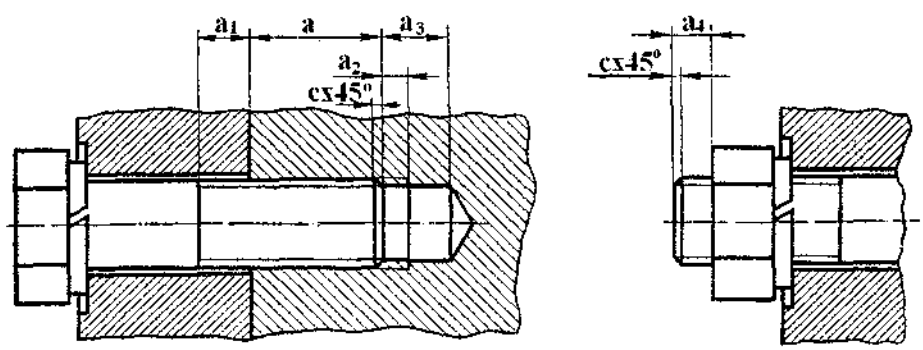


Fig.2.15

Tabelul 2.24

Mărimea	Pasul filetului P , mm								
	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
$a_1 \geq$	3,5	4	4,5	5,5	6	7	8	9	10
$a_2 \geq$	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
$a_3 \geq$	6	8	9	11	12	15	18	21	24
a_4	1,5-2,5	1,5-2,5	2-3	2-3	2,5-4	2,5-4	3-5	3-5	4-6
c	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	2,5	3

Observaţie: Lungimea de înşurubare este: a ≥ 1,25d la fontă şi a ≥ d la oţel.

2.3.4 Găuri de trecere pentru şuruburi cu filet metric (STAS 3336; ISO 273).

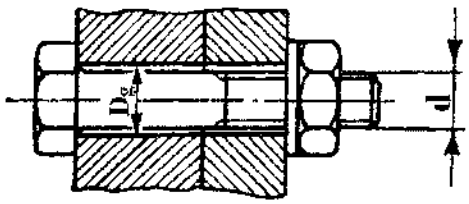


Fig.2.16

Tabelul 2.25

Diametrul filetului d	Găuri de trecere			Diametrul filetului d	Găuri de trecere		
	strânse	mijlocii	largi		strânse	mijlocii	largi
	D_g				D_g		
	H 12	H 13	H 14		H 12	H 13	H 14
2,5	2,7	2,9	3,1	30	31	33	35
3	3,2	3,4	3,6	33	34	36	38
3,5	3,7	3,9	4,2	36	37	39	42
				39	40	42	45
4	4,3	4,5	4,8	42	43	45	48
4,5	4,8	5	5,3	45	46	48	52
5	5,3	5,5	5,8	48	50	52	56
6	6,4	6,6	7	52	54	56	62
7	7,4	7,6	8	56	58	62	66
8	8,4	9	10	60	62	66	70
10	10,5	11	12	64	66	70	74
12	13	13,5	14,5	68	70	74	78
14	15	15,5	16,5	72	74	78	82
16	17	17,5	18,5	76	78	82	86
18	19	20	21	80	82	86	91
20	21	22	24	85	87	91	96
22	23	24	26	90	93	96	101
24	25	26	28	95	98	101	107
27	28	30	32	100	104	107	112

Observaţie: Dacă este necesar să se evite contactul între suprafaţa de racordare dintre tija şi capul şurubului şi muchia găurii de trecere, aceasta se va teşi.

2.3.5 Găuri de trecere pentru tije filetate.

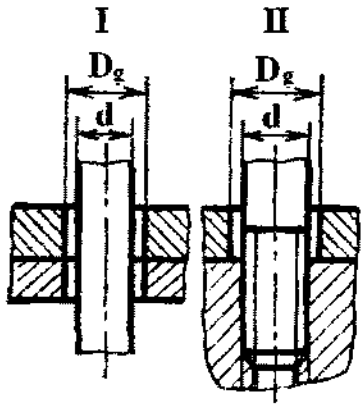


Fig.2.17

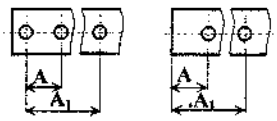
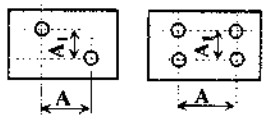
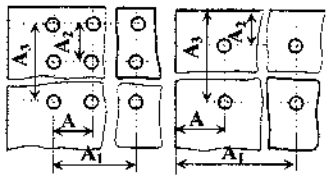
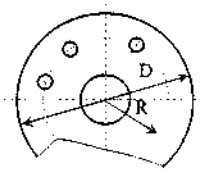
Tabelul 2.26

Diametrul tijei filetate d	Diametrul găurii de trecere D_g			Diametrul tijei filetate d	Diametrul găurii de trecere D_g		
	şirul 1	şirul 2	şirul 3		şirul 1	şirul 2	şirul 3
2,0	2,2	2,4	2,6	18	19	20	21
2,5	2,7	2,9	3,1	20	21	22	24
3,0	3,2	3,4	3,6	22	23	24	26
4,0	4,3	4,5	4,8	24	25	26	28
5,0	5,3	5,5	5,8	27	28	30	32
6,0	6,4	6,6	7,0	30	31	33	35
7,0	7,4	7,6	8,0	33	34	36	38
8,0	8,4	9,0	10	36	37	39	42
10	10,5	11	12	39	40	42	45
12	13	14	15	42	43	45	48
14	15	16	17	45	46	48	52
16	17	18	19	48	50	52	56

Observaţie: Câmpul de toleranţă pentru şirul 1 este H12, iar pentru şirurile 2 şi 3 este H 14.

2.3.6 Recomandări de alegere a găurii de trecere funcţie de amplasament.

Tabelul 2.27

Amplasarea găurilor	Tipul asamblării	Şirul de valori recomandat
	I	şirul 1
	II	şirul 2
	I	şirul 2
	II	şirul 3
	I şi II	şirul 2
	I	şirul 3

2.3.7 Găuri de trecere alungite pentru tije şi ştifturi filetate.

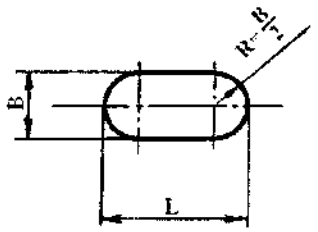


Fig.2.18

Tabelul 2.28

D	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
B	7	10	12	14	18	24	28	35	42	48	56
L	10-20	12-40	14-45	18-45	20-60	25-80	32-100	40-125	45-125	50-125	60-125

Observaţie: Lungimea găurii de trecere L se va lua din şirul de valori: 10, 12, 14, 16,18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110 şi 125 mm.

2.3.8 Diametrele sculelor pentru găuri filetate cu filet metric ISO (STAS 584/1).

Tabelul 2.29

Filetul interior		Diametrul sculei	Filetul interior		Diametrul sculei	Filetul interior		Diametrul sculei
Diametrul d	Pasul P	d_{sc}	Diametrul d	Pasul P	d_{sc}	Diametrul d	Pasul P	d_{sc}
3	0,35	2,65		0,5	11,5		0,5	19,5
	0,5	2,5		0,75	11,2		0,75	19,2
3,5	0,35	3,15	12	1,0	11,0	20	1,0	19,0
	0,6	2,9		1,25	10,8		1,5	18,5
4	0,5	3,5		1,5	10,5		2,0	18,0
	0,7	3,3		**1,75**	10,2		**2,5**	17,5
4,5	0,5	4,0		0,5	13,5		0,5	21,5
	0,75	3,7		0,75	13,2		0,75	21,2
5	0,5	4,5	14	1,0	13,0	22	1,0	21,0
	0,8	4,2		1,25	12,8		1,5	20,5
	0,5	5,5		1,5	12,5		2,0	20,0
6	0,75	5,2		**2,0**	12,0		**2,5**	19,5
	1,0	5,0		0,5	15,5		0,75	23,2
	0,5	6,5		0,75	15,2		1,0	23,0
7	0,75	6,2	16	1,0	15,0	24	1,5	22,5
	1,0	6,0		1,5	14,5		2,0	22,0
	0,5	7,5		**2,0**	14,0		**3,0**	21,0
8	0,75	7,2		0,5	17,5		0,75	26,2
	1,0	7,0		0,75	17,2		1,0	26,0
	1,25	6,8	18	1,0	17,0	27	1,5	25,5
	0,5	9,5		1,5	16,5		2,0	25,0
	0,75	9,2		2,0	16,0		**3,0**	24,0
10	1,0	9,0		**2,5**	15,5			
	1,25	8,8						
	1,5	8,5						

Observaţie: Diametrul sculei este egal cu diametrul nominal al filetului minus pasul filetului

2.4 ŞURUBURI DE MIŞCARE. CRITERII DE ALEGERE A PROFILULUI FILETULUI.

Criteriile în funcţie de care se alege profilul filetului pentru şuruburile de mişcare sunt următoarele: caracterul sarcinii transmise (constantă, variabilă etc); mărimea sarcinii transmise (mică, medie, mare); direcţia şi sensul sarcinii transmise; destinaţia mecanismului; condiţii de lucru; randamentul impus mecanismului.

2.4.1 Recomandări de alegere a profilului filetului.

Tabelul 2.30

Tipul filetului	Standard	Recomandări
Pătrat	-	Forţe micii şi medii de direcţie constantă acţionând într-un singur sens; randament ridicat
Trapezoidal	SR ISO 2904	Forţe mari de direcţie variabilă acţionând în ambele sensuri; randament mai mic decât al filetului pătrat cu 4% ... 5%
Ferăstrău	STAS 2234	Forţe mari, variabile şi cu şoc acţionând într-un singur sens; direcţia forţei constantă; randament foarte apropiat de cel al filetului pătrat

2.5 NOTAREA FILETELOR (STAS 139).

Tabelul 2.31

Tipul filetului	Simbol	Diametrul care se indică şi unitatea de măsură	Modul de indicare a pasului	Exemple
Filet metric normal	**M**	exterior, mm	-	M 12
Filet metric fin	**M**	exterior, mm	pasul în mm	M 45 x 2
Filet metric conic	**KM**	exterior, mm	pasul în mm	KM 30 x 1,5
Filet metric special pentru optică şi mecanica fină	**SpM**	exterior, mm	pasul în mm	SpM 10,5 x 0,5
Filet în inci (Whitworth)	**W**	exterior, in	-	W 1
Filet cilindric pentru ţevi *	**G**	nominal al ţevii, in	-	G 3/4
Filet conic pentru ţevi	**KG**	nominal al ţevii, in	-	KG 1/2
Filet conic în inci cu unghiul de 60^0 (Briggs)	**Br**	exterior, in	-	Br 3/4
Filet trapezoidal	**Tr**	exterior, mm	pasul în mm	Tr 32 x 6
Filet trapezoidal pentru locomotive	**TrL**	exterior, mm	pasul în mm	TrL 30 x 4
Filet ferăstrău	**S**	exterior, mm	pasul în mm	S 40 x 6
Filet pătrat	**Pt**	exterior, mm	pasul în mm	Pt 50 x 12
Filet rotund	**Rd**	exterior, mm	pasul în in	Rd 30 x 1/8
Filet Edison	**E**	exterior, mm	-	E 27
Filet pentru corpuri de iluminat	**FAG**	exterior, mm	-	FAG 100
Filet pentru valve	**V**	exterior, mm	-	V 12
Filet pentru burlane de tubaj	**B**	exterior, in	-	B 5
Filet pentru recipiente de sticlă	**GL**	exterior, mm	-	GL 10
Filet pt. obiective de microscop	**Ob**	interior, in	-	Ob 4/5

Observaţii: Valoarea pasului nu se indică la filetele metrice cu pas normal sau la filete la care pentru un diametru nominal corespunde un singur pas.

La filetele cu mai multe începuturi în simbol apare pasul elicei urmat în paranteză de pasul filetului.

Pentru filete pe stânga în notare apare simbolul LH.

*La notarea filetului interior cilindric pentru ţevi, după diametrul nominal se adaugă litera H, dacă asamblarea este fără etanşare în filet (G 2 H) sau litera J, dacă asamblarea este cu etanşare în filet (G 3/4 J).

Notarea filetului nu este identică cu notarea organului de maşină filetat exterior (în special) sau interior.

3. ŞURUBURI. ŞTIFTURI FILETATE. PREZOANE. PIULIŢE. ŞAIBE.

3.1 ŞURUBURI.

3.1.1 Şurub cu cap hexagonal filetat până sub cap, execuţie precisă (STAS 4845, DIN 933).

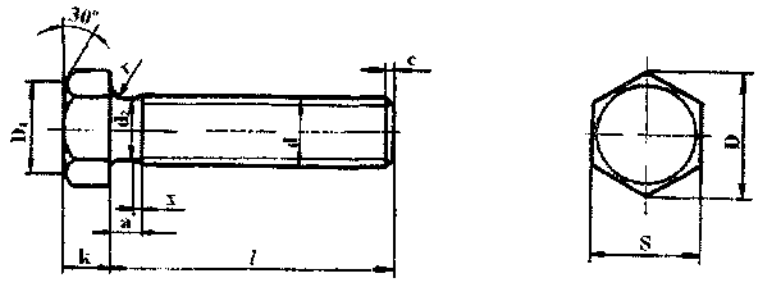


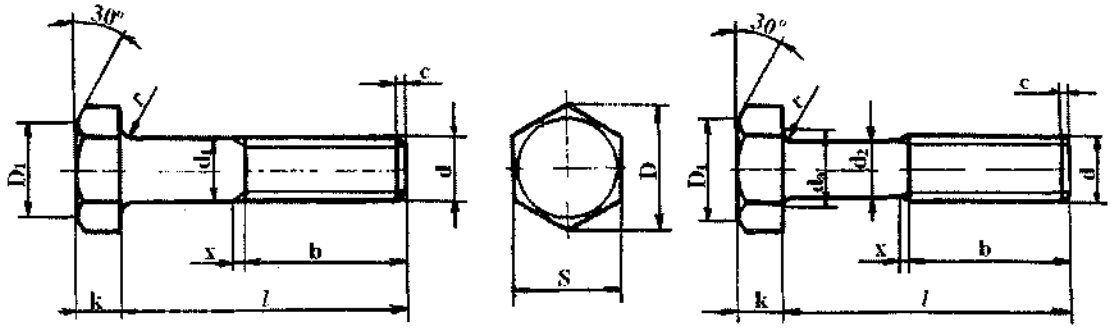
Fig.3.1

Tabelul 3.1

Filet d	M5 -	M6 -	M8 1	M10 1,25	M12 1,25	M16 1,5	M20 1,5	M24 2	M30 2	M36 3
S	8	10	13	17	19	24	30	36	46	55
D_{min}	8,86	11,05	14,38	18,90	21,10	26,75	33,53	39,98	51,28	61,31
k	3,5	4	5,5	7	8	10	13	15	19	23
r_{min}	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1
a_{max}	3	3,5	4	5,5	6	7	8	9	10	12
	-	-	3,5	4	4	5,5	5,5	7	7	9
l	8-65	10-70	10-80	14-80	16-80	16-80	20-80	20-80	35-80	35-80

Observaţie. d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; c – conform STAS 4924; $D_1 = 0,95.S$;
Lungimi tipizate: 8; 10; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 100;
Clase de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.

3.1.2 Şurub cu cap hexagonal, execuţie precisă (STAS 4272, DIN 931).



a) Fig.3.2 b)

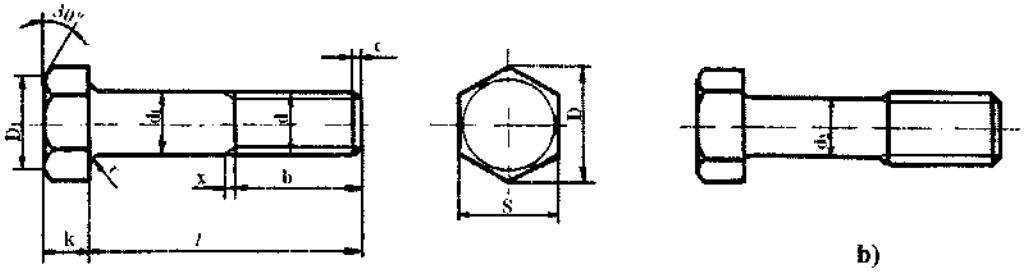
Tabelul 3.2

Filet d	M5 -	M6 -	M8 1	M10 1,25	M12 1,25	M16 1,5	M20 1,5	M24 2	M30 2	M36 3
S	8	10	13	17	19	24	30	36	46	55
D_{min}	8,86	11,05	14,38	18,90	21,10	26,75	33,53	39,98	51,28	61,31
k	3,5	4	5,5	7	8	10	13	15	19	23
d_1	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36

r_{min}	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1
b *	16	18	22	26	30	38	46	54	66	78
b **	-	-	-	-	36	44	52	60	72	84
b ***	-	-	-	-	-	57	65	73	85	97
l	20-80	25-80	30-100	35-160	40-180	50-220	60-220	70-220	90-260	90-260

Observații: *- lungimi l< 125; **- lungimi 125 < l < 200; ***-lungimi l > 200;
d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; c – conform STAS 4924; $D_1 = 0,95.S$;
Lungimi tipizate: 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260;
Clase de rezistență: 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9

3.1.3 Șurub cu cap hexagonal mic, execuție precisă (STAS 6403, SR ISO 4017).



a) b)

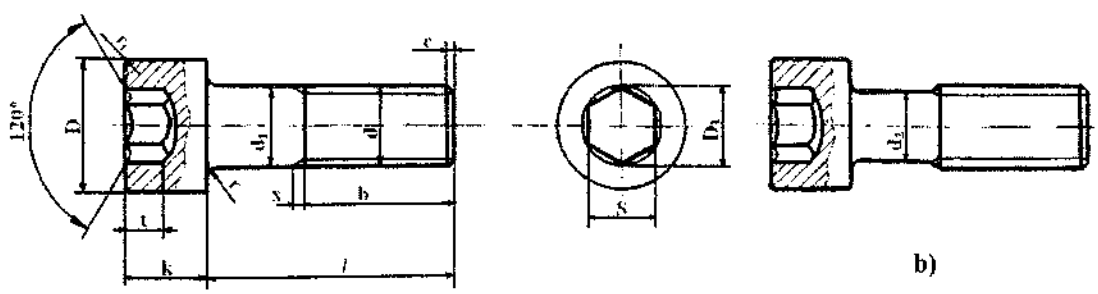
Fig.3.3

Tabelul 3.3

Filet d	M8 1	M10 1,25	M12 1,25	M16 1,5	M20 1,5	M24 2	M30 2	M36 3
S	12	14	17	22	27	32	41	50
D_{min}	13,25	15,51	18,90	24,49	30,14	35,72	45,63	55,80
k	5,5	7	8	10	13	15	19	23
d_1	8	10	12	16	20	24	30	36
r_{min}	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1
b *	22	26	30	38	46	54	66	78
b **	-	32	36	44	52	60	72	84
b ***	-	-	-	-	65	73	85	97
l	30-100	35-160	40-180	50-200	60-220	70-220	90-220	110-220

Observații: *- lungimi l < 125; **- lungimi 125 < l < 200; ***-lungimi l > 200;
d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; c – conform STAS 4924; $D_1 = 0,95.S$;
Lungimi tipizate: 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220;
Clase de rezistență: 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9

3.1.4 Șurub cu cap cilindric cu locaș hexagonal, execuție precisă (STAS 5144, DIN 912).



a) b)

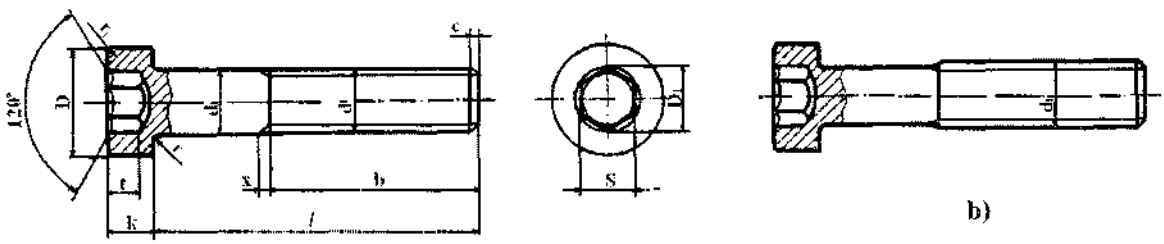
Fig.3.4

Tabelul 3.4

Filet	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
d	-	-	1	1,25	1,25	1,5	1,5	2	2	3
S	4	5	6	8	10	14	17	19	22	27
D	8,5	10	13	16	18	24	30	36	45	54
k	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
d_1	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
r_{min}	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1
r_1~	0,4	0,5	0,8	1	1	2	2	2	3	3
t	2,7	3,3	4,3	5,5	6,6	8,8	10,7	12,9	17,1	20,8
$D_{1\ min}$	4,55	5,68	6,81	9,08	11,34	15,88	19,27	21,54	24,93	30,58
b *	16	18	22	26	30	38	46	54	66	78
b **	-	-	-	-	-	44	52	60	72	84
b ***	-	-	-	-	-	-	65	73	85	97
l	12-30	12-60	12-70	16-75	20-100	25-160	30-220	35-260	55-260	70-260

Observaţii: *- lungimi l < 125; **- lungimi 125 < l < 200; ***-lungimi l > 200;
d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; c – conform STAS 4924;
Lungimi tipizate: 12; 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190;200; 220; 240; 260;
Clase de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.

3.1.5 Şurub cu cap cilindric scund cu locaş hexagonal, execuţie precisă (STAS 9225, DIN 7984).



a) b)

Fig.3.5

Tabelul 3.5

Filet	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
d								
S	3	4	5	7	8	12	14	17
D	8,5	10	13	16	18	24	30	36
k	3,5	4	5	6	7	9	11	13
d_1	5	6	8	10	12	16	20	24
r_{min}	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8
r_1~	0,4	0,5	0,8	1	1	2	2	2
t	2,7	3	4,2	4,8	5,3	5,5	7,5	8
$D_{1\ min}$	3,25	4,35	5,48	7,69	8,82	13,30	15,56	18,95
b *	16	18	22	26	30	38	46	54
b **	-	-	28	32	36	44	52	60
b ***	-	-	-	-	-	57	65	73
l	12-30	12-40	16-60	16-70	20-80	30-80	40-100	50-100

Observaţii: * lungimi l < 120; **lungimi 120 < l < 200; ***lungimi l > 200;
d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; c – conform STAS 4924;
Lungimi tipizate: 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100;
Clase de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 6 6; 6.8; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.

3.1.6 Şurub cu cap hexagonal mic şi cu cep tronconic, execuţie precisă (STAS 4922, DIN 564).

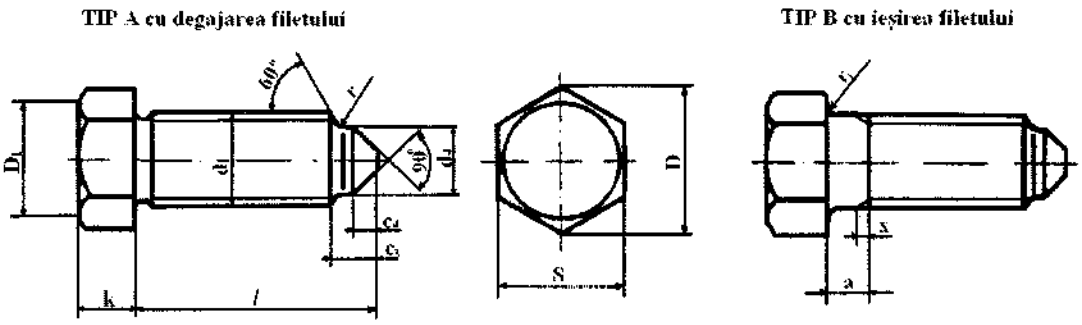


Fig. 3.6

Tabelul 3.6

Filet		M8	M10	M12	M16	M20
d		1	1,25	1,25	1,5	1,5
S		12	14	17	22	27
D_{min}		13,25	15,51	18,90	24,49	30,14
k		5,5	7	8	10	13
a_{max}	normal	4	5,5	6	7	8
	fin	3,5	3,5	4	5,5	5,5
d_4		6	7	9	12	15
c_3		5	5,5	7	9	9
c_4		2,5	3	3,5	4,5	5
r		0,4	0,5	0,6	0,8	1
l		16-40	20-50	25-70	30-90	40-100

Observaţie: Ieşirea şi degajarea filetului conform STAS 3508; $D_1 = 0,95.S$;
Lungimi tipizate : 16; 18; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 70; 80; 90; 100;
Clase de rezistenţă : 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 8 8; 10 9; 12.9; 14.9.

3.1.7 Şurub cu cap hexagonal mic şi cu cep cilindric, execuţie precisă (STAS 5259, DIN 561).

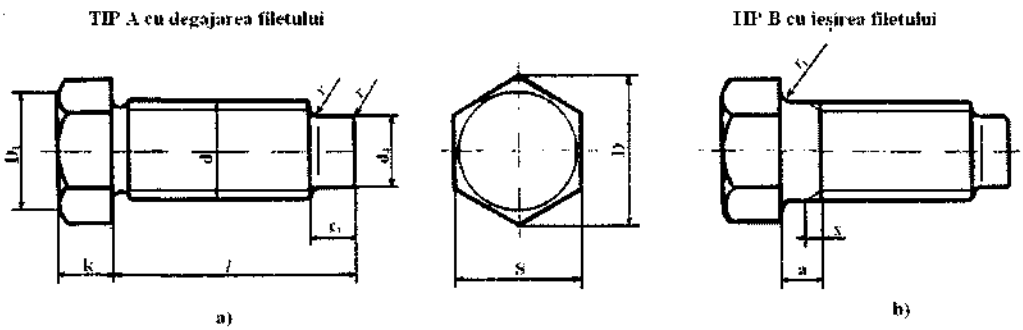


Fig.3.7

Tabelul 3.7

Filet	M8	M10	M12	M16	M20
d	1	1,25	1,25	1,5	1,5
S	12	14	17	22	27
D_{min}	13,25	15,51	18,90	24,49	30,14
k	5,5	7	8	10	13
r_1	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8

Tabelul 3.7 - continuare

a_{max}	**normal**	4	5,5	6	7	9
	fin	3,5	3,5	4	5,5	7
d_4		6	7	9	12	18
c_3		5	5,5	7	9	11
$r_{1\,min}$		0,4	0,5	0,6	0,8	1
l		16-40	20-50	25-70	30-90	40-100

Observaţii: Ieşirea şi degajarea filetului conform STAS 3508; $D_1 = 0{,}95.S$;
Lungimi tipizate: 16; 18; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 70; 80; 90; 100;
Clase de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 6.6; 6.8; 8.8; 10.9; 12.9; 14.9.

3.1.8 Şuruburi pentru fundaţii (STAS 2350).

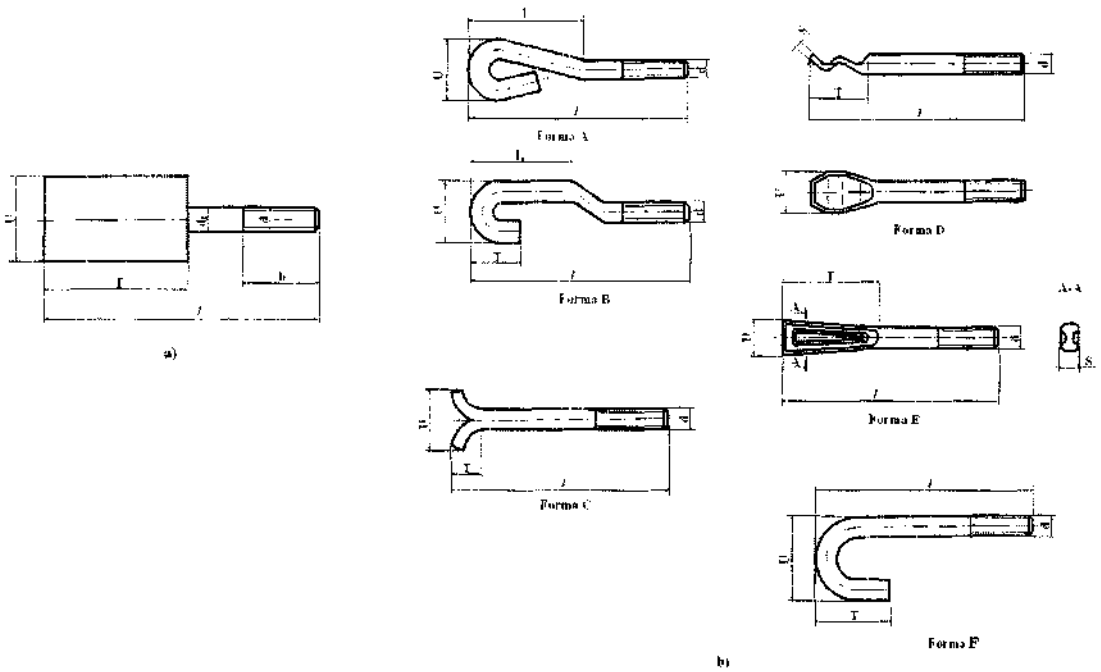


Fig.3.8

Tabelul 3.8,a

Filet d	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
d_1	12	16	20	24	30	36	42	48
b	36	44	52	60	72	84	96	108
U_{max}	40	55	65	80	100	120	140	160
T_{max}	70	90	110	140	160	190	260	260
l	125... 320	160... 500	200... 800	250... 1250	320... 2000	400... 2500	500... 3200	500... 3200

Observaţii: Lungimi tipizate: 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 şi 3200;
Notarea se face indicând denumirea, forma, mărimea filetului, lungimea şurubului şi clasa de rezistenţă;
Exemplu: Şurub BM12-160 STAS 2350 gr.4.6.

Tabelul 3.8,b

Filet d		**M12**	**M16**	**M20**	**M24**	**M30**	**M36**	**M42**	**M48**
U	**A,B,C**	36	48	60	75	95	115	135	155
	D	24	32	40	48	60	-	-	-
	E	20	25	30	35	45	55	65	75

Tabelul 3.8,b - continuare

	F	48	64	80	96	120	144	168	192
T	**A**	65	85	105	125	155	190	220	250
	B	30	40	50	60	75	90	105	120
	C	18	24	30	36	45	54	63	72
	D	36	48	60	72	90	-	-	-
	E	55	85	95	120	130	190	200	200
	F	42	56	70	81	105	125	145	165
T_1	**B**	60	80	100	120	150	180	210	240
S	**D**	4	5	6	8	10	-	-	-
	E	10	14	18	22	26	30	36	42

Observaţie: Alte forme de capete pot fi executate în limitele cotelor de gabarit din tabelul 3.8,a.

3.1.8.1 Şuruburi pentru fundaţii.

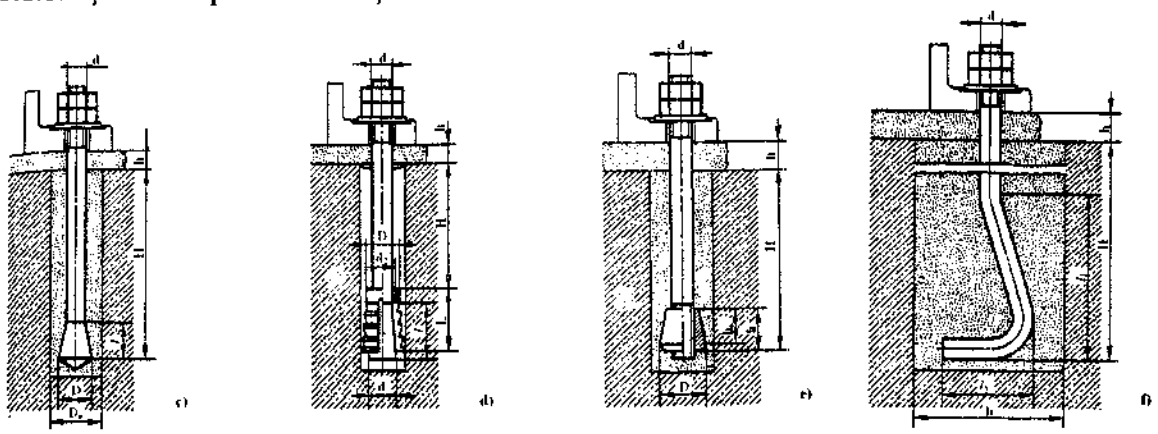


Fig.3.8

Tabelul 3.8,c

d	**D**	**l**	**H**	**D_0**
M 16	26	28	160 ... 200	30 ... 40
M 20	32	34	200 ... 250	40 ... 50
M 24	39	41	250 ... 300	50 ... 60
Fig.3.8,c				

Tabelul 3.8,d

d	**D**	**d_1**	**d_2**	**L**	**l**	**H**
M 16	24	22	17	45	36	160
M 20	30	28	21	60	48	240
M 24	34	34	25	75	60	320
Fig.3.8,d						

Tabelul 3.8,e

d	**D**	**h**	**h_0**	**H**
M 16	29	32	28	160 ... 200
M 20	35	40	34	200 ... 250
M 24	42	48	41	250 ... 300
Fig.3.8,e				

Tabelul 3.8,f

l_1	**l_2**	**b**	**H**
8d	4d	(6 ... 8)d	≈20d
Fig.3.8,f			

3.2 ŞTIFTURI FILETATE.

3.2.1 Ştift filetat cu locaş hexagonal cu vârf teşit (STAS 5173, DIN 916).

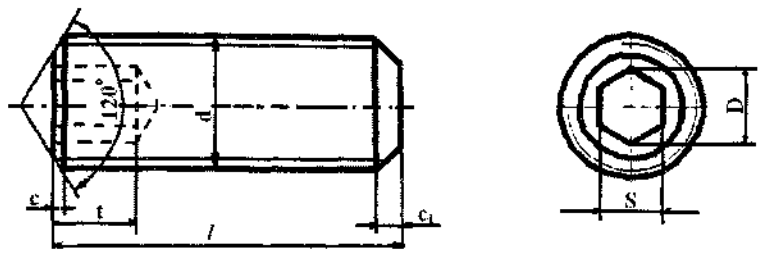


Fig.3.9

Tabelul 3.9

Filet d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
S	2,5	3	4	5	6	8	10
D	2,9	3,5	4,7	5,8	7	9,4	11,7
t	3,5	4	5	6	8	10	12
c	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,2
c_1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	3	3,5
l	6-25	8-35	8-40	10-50	16-60	20-70	20-90

Observaţie: Lungimi tipizate: 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90.

3.2.2 Ştift filetat cu locaş hexagonal cu cep cilindric (STAS 5171, DIN 915).

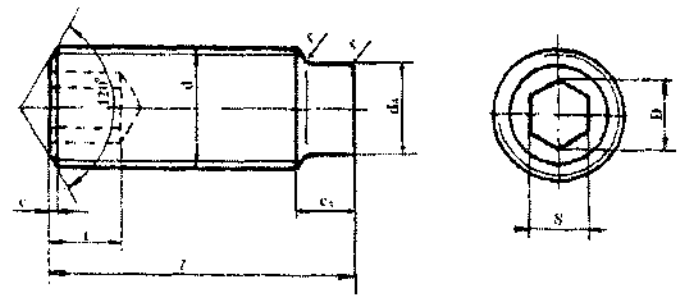


Fig 3.10

Tabelul 3.10

Filet d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
S	2,5	3	4	5	6	8	10
D	2,9	3,5	4,7	5,8	7	9,4	11,7
t	3,5	4	5	6	8	10	12
d_4	3,5	4	5,5	7	8,5	12	15
c	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,2
c_3	2,5	3	4	5	6	8	10
r	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8	1
l	8-25	8-35	10-40	12-50	16-60	20-70	25-90

Observaţii: Cepul cilindric conform STAS 4924;
Lungimi tipizate: 8; 10; 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90.

3.2.3 Ştift filetat cu locaş hexagonal cu vârf conic (STAS 5172, DIN 913).

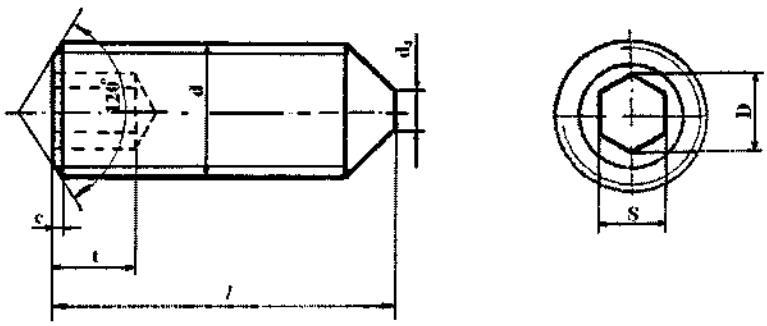


Fig.3.11

Tabelul 3.11

Filet d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
S	2,5	3	4	5	6	8	10
D	2,9	3,5	4,7	5,8	7	9,4	11,7
t	3,5	4	5	6	8	10	12
c	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,2
d_4	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5
l	8-20	8-35	12-40	16-50	20-60	25-70	30-90

Observaţii: Vârful conic teşit conform STAS 4924;
Lungimi tipizate: 8; 10; 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90.
Notare: denumire, mărime filet,lungime, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Ştift M8 x 45 STAS 5172 gr.4.8

3.2.4 Ştift filetat cu crestătură cu vârf teşit (STAS 4770, DIN 551).

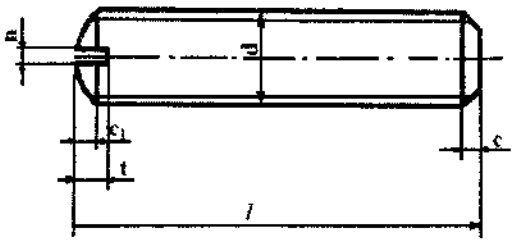


Fig.3.12

Tabelul 3.12

Filet d	M4	M5	M6	M8	M10	M12
t	1,4	1,8	2	2,5	3	4
n	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2
c	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5
c_1	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5
l	4-20	5-25	6-30	8-40	10-45	12-50

Observaţie: Lungimi tipizate: 4; 5; 6, 8; 10; 12; 16, 20; 25; 30; 35; 40;45; 50.

3.2.5 Ştift filetat cu crestătură cu cep tronconic (STAS 10421).

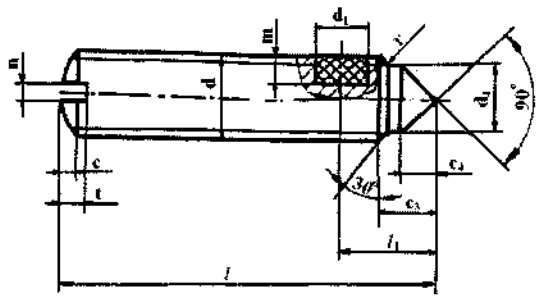


Fig.3.13

Tabelul 3.13

Filet d	t	n	c	d_4	c_3	c_4	r	d_1	m	l_1
M6	2	1	1,5	4,5	3,5	1,8	0,4	3	2	7
M8	2,5	1,2	1,8	6	5	2,5	0,5	4	2,5	9
M10	3	1,6	2,2	7	5,5	3	0,6	5	3	11
M12	4	2	2,5	9	7	3,5	0,8	6	3,5	12,5
M16	4,5	2,5	3	12	9	4,5	0,8	8	4,5	15
M20	5	3	3,5	15	9	5	1	10	5,5	19

Tabelul 3.13,a

Filet d	M6	M8	M10	M12	M16	M20
l	12 - 25	16 - 30	20 – 35	20 – 45	25 – 50	30 - 60

Observaţii: Lungimi tipizate: 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60;
Pastilele din material plastic (răşină poliamidică de tip Relon sau Nylon, STAS 9928) se montează prin presare.

3.2.6 Ştift filetat cu crestătură cu cep cilindric (STAS 10422).

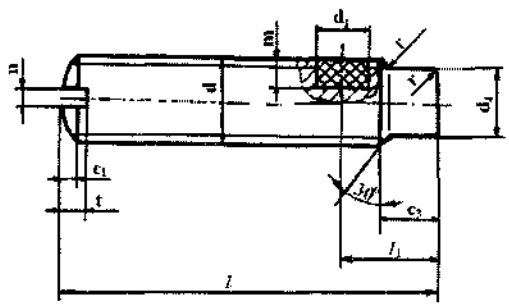


Fig.3.14

Tabelul 3.14

Filet d	t	n	c_1	d_4	c_3	l_1	r	d_1	m
M5	1,6	0,8	1,2	3,5	3	7	0,3	2,5	2
M6	2	1	1,5	4,5	3,5	7,5	0,4	3	2
M8	2,5	1,2	1,8	6	5	8	0,5	4	2,5
M10	3	1,6	2,2	7	5,5	10	0,6	5	3
M12	4	2	2,5	9	7	12	0,8	6	3,5
M16	4,5	2,5	3	12	9	15	0,8	8	4,5
M20	5	3	3,5	15	9	18	1	10	5,5

Tabelul 3.14,a

Filet d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
l	16 - 25	16 - 28	16 - 35	20 - 45	20 - 50	28 - 60	30 - 60

Observaţii: Lungimi tipizate: 16; 20; 25; 28; 30; 35; 40; 45; 50; 60;
Pastilele din material plastic (răşină poliamidică de tip Relon sau Nylon, STAS 9928) se montează prin presare.

3.3 PREZOANE.

3.3.1 Prezoane pentru înşurubat în oţel (STAS 3953, DIN 938).

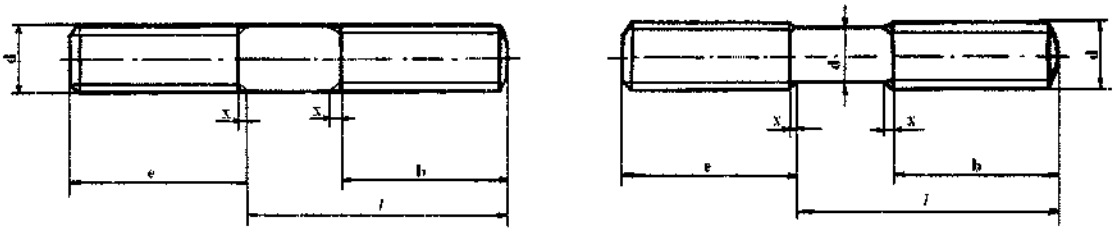


Fig.3.15

Tabelul 3.15

Filet d		M6	M8	M10	M12	M16	M20
e		6	8	10	12	16	20
b	l < 150	18	22	26	30	38	46
	l > 150	-	-	32	36	44	52
l		25 - 90	30 - 100	35 - 200	35 - 260	45 - 300	55 - 300

Observaţii: d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; forma capetelor conform STAS 4924;
Se execută în clasele de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 8.8 şi 10.9;
Lungimi tipizate: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240, 260, 280, 300.
Notare: denumire, forma ,mărime filet, lungime, clasă de rezistenţă;
Exemplu: Prezon B – M 10 x 80 STAS 3953 – gr.8.8.

3.3.2 Prezoane pentru înşurubat în fontă (STAS 4551, DIN 939).

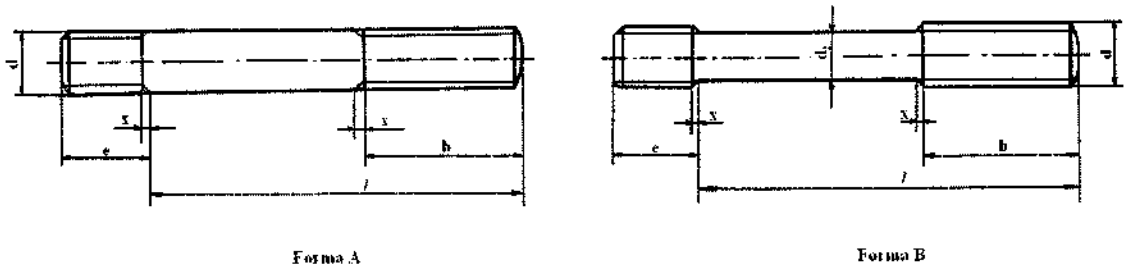


Fig.3.16

Tabelul 3.16

Filet d		M6	M8	M10	M12	M16	M20
e		7,5	10	12	15	20	25
b	l < 150	18	22	26	30	38	46
	l > 150	-	-	32	36	44	52
l		25 - 90	30 - 100	35 - 200	35 - 260	45 - 300	55 - 300

Observaţii: d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508;
Se execută în clasele de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6 ;6.8; 8.8 şi 10.9;
Lungimi tipizate: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200,220, 240, 260, 280, 300.
Notare: denumire ,forma, mărime filet, lungime, clasă de rezistenţă;
Exemplu: Prezon A – M 6 x 45 STAS 4551 – gr.5.6.

3.3.3 Prezoane pentru înşurubat în aliaje de aluminiu (STAS 4552, DIN 835).

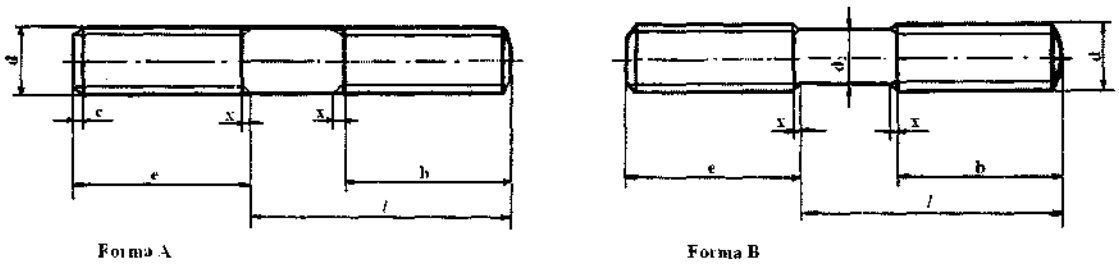


Fig.3.17

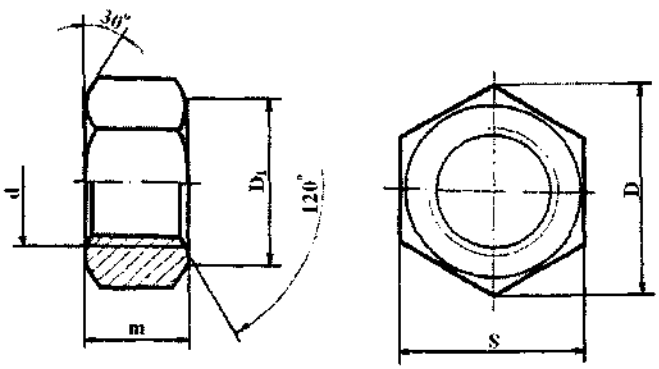
Tabelul 3.17

Filet d		M6	M8	M10	M12	M16	M20
e		12	16	20	24	32	40
b	l < 150	18	22	26	30	38	46
	l > 150	-	-	32	36	44	52
l		25 - 90	28 - 100	35 - 200	35 - 200	45 - 200	55 - 200

Observaţii: d_2 – diametrul mediu al filetului; x – conform STAS 3508; c – conform STAS 4924;
Se execută în clasele de rezistenţă: 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8;
Lungimi tipizate: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200;
Notare: denumire, forma, mărime filet, lungime, clasă de rezistenţă;
Exemplu: Prezon B – M 8 x 50 STAS 4552 – gr.5.6.

3.4 PIULIŢE.

3.4.1 Piuliţa hexagonală,execuţie precisă (STAS 4071, DIN 934).



$D_1 \approx 0{,}95\,S$

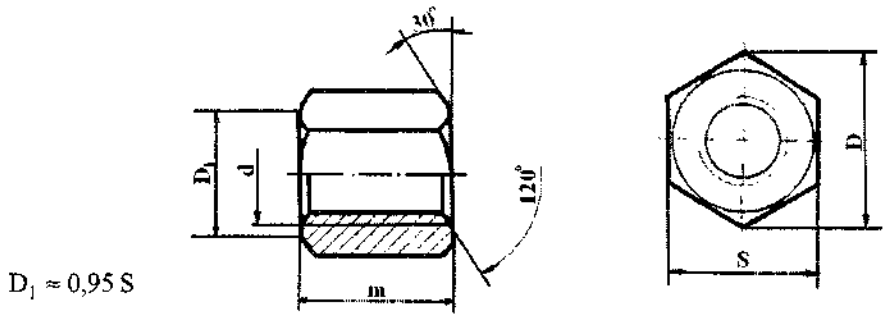
Fig.3.18

Tabelul 3.18

Filet d		S	D_{min}	m
M6	-	10	11,05	5
M8	M8 x 1	13	14,38	6,5
M10	M10 x 1,25	17	18,90	8
M12	M12 x 1,25	19	21,10	10
M16	M16 x 1,5	24	26,75	13
M20	M20 x 1,5	30	33,53	16

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6, 8, 10, 12 şi 14;
Notare: mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M 10 STAS 4071, grupa 6.

3.4.2 Piuliţă hexagonală înaltă, execuţie precisă (STAS 4372).



$D_1 \approx 0{,}95\ S$

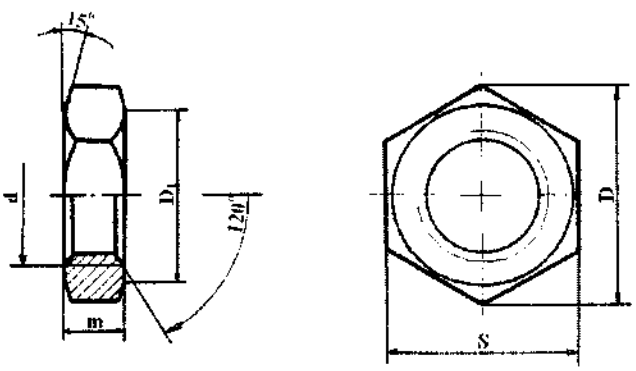
Fig.3.19

Tabelul 3.19

Filet d		S	D_{min}	m
M6	-	10	11,05	9
M8	M8 x 1	13	14,38	12
M10	M10 x 1,25	17	18,90	15
M12	M12 x 1,25	19	21,10	18
M16	M16 x 1,5	24	26,75	24
M20	M20 x 1,5	30	33,53	30

Observaţie: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6, 8, 10, 12 şi 14;
Notare: denumire, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M 12 STAS 4372, grupa 10.

3.4.3 Piuliţă hexagonală joasă, execuţie precisă (STAS 4373, DIN 936).



$D_1 \approx 0{,}95\ S$

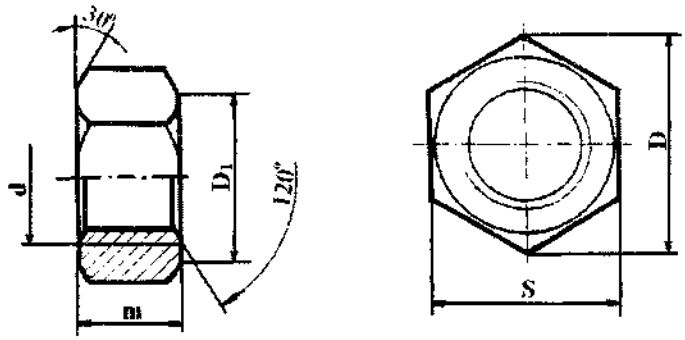
Fig.3.20

Tabelul 3.20

Filet d		S	D_{min}	m
M6	-	10	11,05	4
M8	M8 x 1	13	14,38	5
M10	M10 x 1,25	17	18,90	6
M12	M12 x 1,25	19	21,10	7
M16	M16 x 1,5	24	26,75	8
M20	M20 x 1,5	30	33,53	9

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6 şi 8;
Notare: denumire, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M 8 STAS 4373, gr. 6.

3.4.4 Piuliţă hexagonală, execuţie semiprecisă (STAS 6218, DIN 934).



$D_1 \approx 0{,}95\,S$

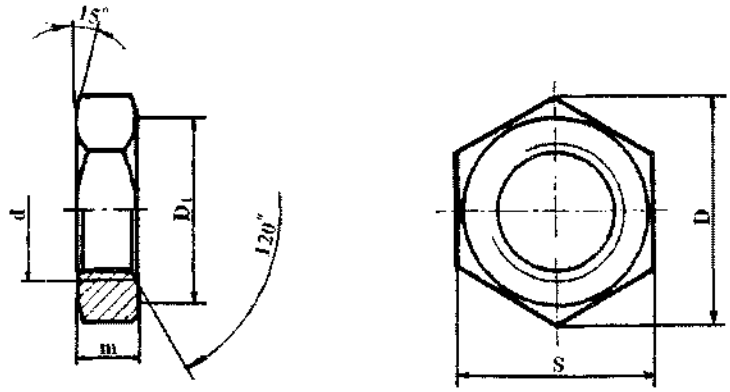
Fig.3.21

Tabelul 3.21

Filet d		S	D_{min}	m
M6	-	10	10,89	5
M8	**M8 x 1**	13	14,20	6,5
M10	**M10 x 1,25**	17	18,72	8
M12	**M12 x 1,25**	19	20,88	10
M16	**M16 x 1,5**	24	26,17	13
M20	**M20 x 1,5**	30	32,95	16

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5 şi 6;
Notare: denumire, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M 8 STAS 6218, gr. 5.

3.4.5 Piuliţă hexagonală joasă, execuţie semiprecisă (STAS 7029, DIN 936).



$D_1 \approx 0{,}95\,S$

Fig.3.22

Tabelul 3.22

Filet d		S	D_{min}	m
M6	-	10	11,05	4
M8	**M8 x 1**	13	14,38	5
M10	**M10 x 1,25**	17	18,90	6
M12	**M12 x 1,25**	19	21,10	7
M16	**M16 x 1,5**	24	26,75	8
M20	**M20 x 1,5**	30	33,53	9

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5 şi 6;
Notare: denumire, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M 8 STAS 7029, gr. 5.

3.4.6 Piuliţă hexagonală cu guler, execuţie precisă (STAS 4412).

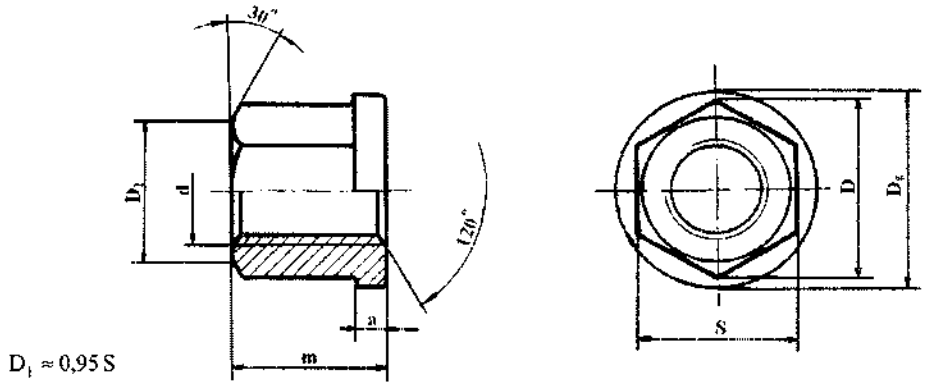


Fig.3.23

Tabelul 3.23

Filet d		S	D_{min}	m	D_g	a
M8	**M8 x 1**	13	14,38	12	18	3,5
M10	**M10 x 1,25**	17	18,90	15	22	4
M12	**M12 x 1,25**	19	21,10	18	25	4
M16	**M16 x 1,5**	24	26,75	24	31	5
M20	**M20 x 1,5**	30	33,53	30	37	6
M24	**M24 x 2**	36	39,98	36	45	6
M30	**M30 x 2**	46	51,28	45	58	8

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6, 8, 10, 12 şi 14;
Notare: denumire, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M 10 STAS 4412, grupa 8.

3.4.7 Piuliță înfundată joasă, execuție precisă (STAS 4374, DIN 917).

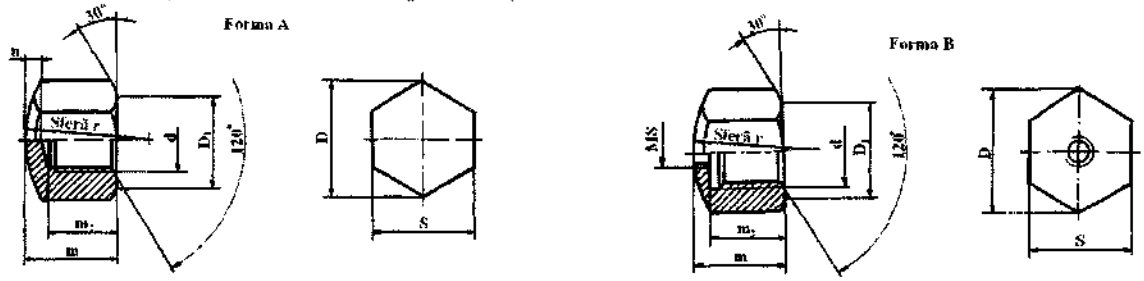


Fig. 3.24

Tabelul 3.24

Filet d		S	D_{min}	m	m_2	n_{min}	r
M6	-	10	11,05	9	7	1,5	12
M8	**M8 x 1**	13	14,38	12	9,5	2	15
M10	**M10x1,25**	17	18,90	14	11	2	20
M12	**M12 x 1,5**	19	21,10	16	13,5	-	25
M16	**M16 x 1,5**	24	26,75	20	17	-	30
M20	**M20 x 1,5**	30	33,53	25	21	-	35
M24	**M24 x 2**	36	39,98	30	24	-	40
M30	**M30 x 2**	46	51,28	34	28	-	60

Observații: Clase de rezistență: 4, 5, 6 și 8;
Ieșirea și degajarea filetului, conform STAS 3508/1
$D_{1min} = S_{min} - IT\ 16$
$D_{1max} = S_{efectiv}$
Notare: denumire, forma, mărime filet, clasa de rezistență;
Exemplu: Piuliță M10 STAS 4374, grupa 5.

3.4.8 Piuliță înfundată înaltă, execuție precisă (DIN 1587).

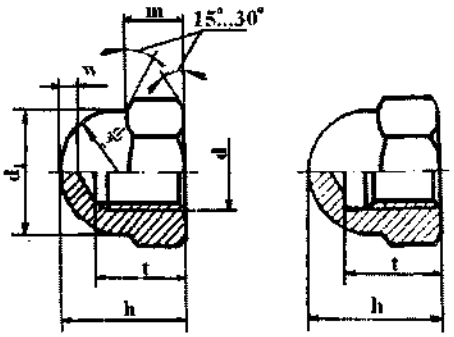


Fig.3.25

Tabelul 3.25

Filet d		d_1	h	S	t	m	w ≥
M6	-	9,5	12	10	8	5	2
M8	**M8 x 1**	12,5	15	13	11	6,5	2
M10	**M10 x 1**	16	18	17	13	8	2

Tabelul 3.25 - continuare

M12	**M12 x 1,5**	18	22	19	16	10	3
M16	**M16 x 1,5**	23	28	24	21	13	3
M20	**M20 x 2**	28	34	30	26	16	3
M24	**M24 x 2**	34	42	36	31	19	3

Observaţie: Material conform DIN ISO 272 sau DIN EN 28839.

3.4.9 Piuliţă crenelată, execuţie precisă (STAS 4073, DIN 935).

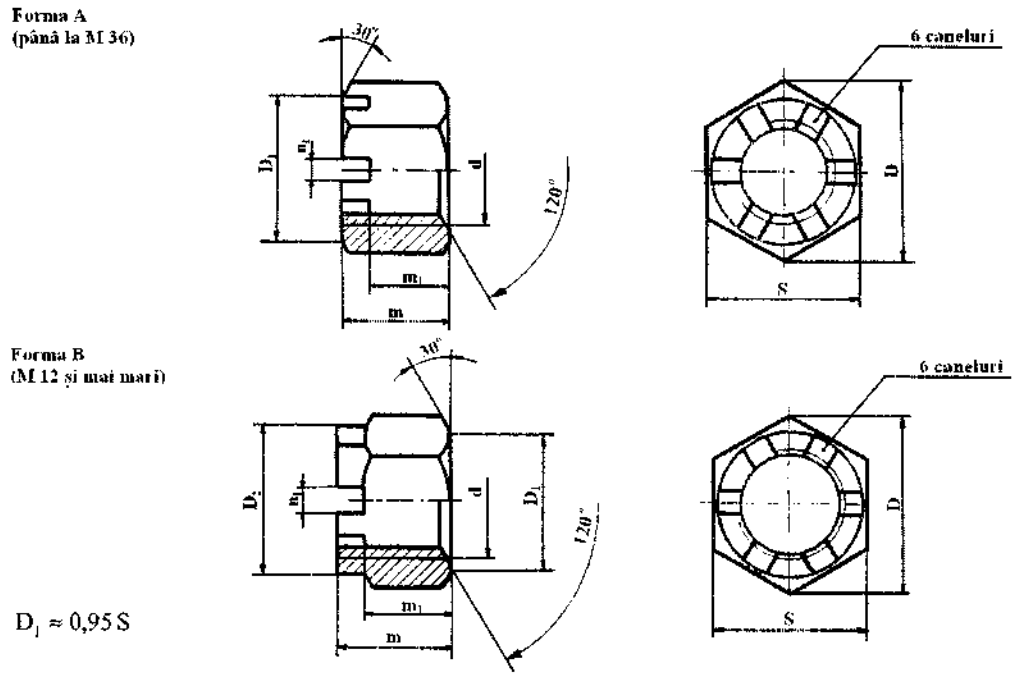


Fig.3.26

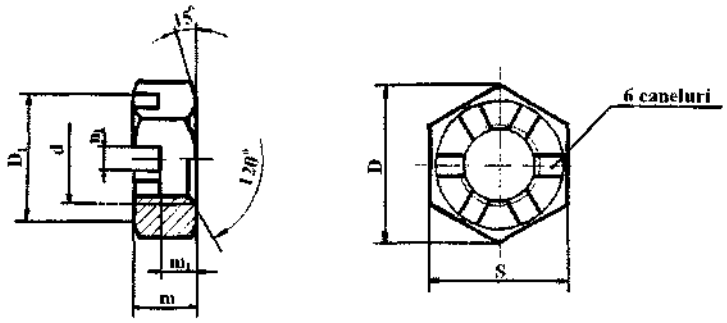
Tabelul 3.26

Filet d		S	D_{min}	m	m_1	D_2	n_1	Şplint DIN 94
M6		10	11,05	7,5	5	-	2	1,6 x 14
M8	**M8 x 1**	13	14,38	9,5	6,5	-	2,5	2 x 16
M10	**M10x1,25**	17	18,90	12	8	-	2,8	2,5 x 20
M12	**M12x1,25**	19	21,10	15	10	17	3,5	3,2 x 22
M16	**M16 x 1,5**	24	26,75	19	13	22	4,5	4 x 28
M20	**M20 x 1,5**	30	33,53	22	16	28	4,5	4 x 36
M24	**M24 x 2**	36	39,98	27	19	34	5,5	5 x 40
M30	**M30 x 2**	46	51,28	33	24	42	7	6,3 x 50

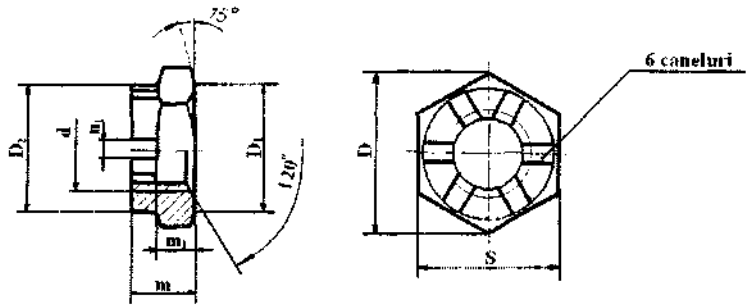
Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6, 8, 10 şi 12;
Notare: denumire, forma, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M12 STAS 4073, grupa 8.

3.4.10 Piuliţă crenelată joasă, execuţie precisă (STAS 4074, DIN 979).

Forma A
(până la M36)



Forma B
(M12 şi mai mari)



$D_1 \approx 0{,}95\,S$

Fig.3.27

Tabelul 3.27

Filet d		S	D_{min}	m	m_1	D_2	n_1	Şplint DIN 94
M6		10	11,05	6	3,5	-	2	1,6 x 14
M8	**M8 x 1**	13	14,38	8	4,5	-	2,5	2 x 16
M10	**M10x1,25**	17	18,90	9	5	-	2,8	2,5 x 20
M12	**M12x1,25**	19	21,10	10	6	17	3,5	3,2 x 22
M16	**M16 x 1,5**	24	26,75	12	7	22	4,5	4 x 28
M20	**M20 x 1,5**	30	33,53	13	8	28	4,5	4 x 36
M24	**M24 x 2**	36	39,98	15	9	34	5,5	5 x 40
M30	**M30 x 2**	46	51,28	18	11	42	7	6,3 x 50

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6, 8, 10 şi 12;
Notare: denumire, forma, mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M10 STAS 4974, grupa 6.

3.4.11 Piuliţă rotundă cu caneluri, execuţie precisă (STAS 5012, DIN 981).

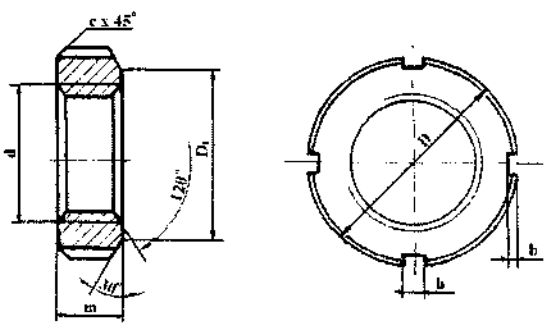


Fig.3.28

Tabelul 3.28

Filet d	D	D_1	m	b	h	c	Număr caneluri
M10x1,25	24	16	8	4	2	0,5	4
M12x1,25	26	18	8	5	2	0,5	4
M16 x 1,5	30	22	8	5	2,5	0,5	4
M20 x 1,5	34	28	8	5	2,5	0,5	4
M24 x 1,5	42	34	10	5	2,5	1	4
M30 x 1,5	48	40	10	5	2,5	1	4
M36 x 1,5	55	45	10	6	3	1	4
M42 x 1,5	65	52	10	6	3	1	4
M48 x 1,5	75	60	12	8	4	1	4

Observaţii: Clase de rezistenţă: 4, 5, 6, 8, 10, 12 şi 14;
Notare: mărime filet, clasa de rezistenţă;
Exemplu: Piuliţă M20 x 1,5 STAS 5012, grupa 8

3.5 ŞAIBE.

3.5.1 Şaibe plate pentru metale, execuţie precisă (STAS 5200, DIN 125).

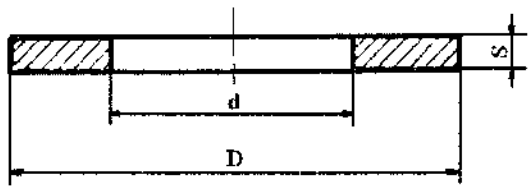


Fig.3.29

Tabelul 3.29

Filetul şurubului	d		D		s
	serie fină	serie mijlocie	varianta N	varianta M	
M 4	4,3	-	9	-	0,8
M 5	5,3	5,5	10	-	1
M 6	6,4	6,6	12,5	-	1,6
M 7	7,4	7,6	14	-	1,6
M 8	8,4	9	17	15,5	1,6
M 10	10,5	11	21	18	2
M 12	13	14	24	21	2,5
M 14	15	16	28	24	2,5
M 16	17	18	30	28	3
M 18	19	20	34	30	3
M 20	21	22	37	34	3
M 22	23	24	39	37	3
M 24	25	26	44	39	4
M 27	28	30	50	44	4
M 30	31	33	56	50	4

Observaţii: Serie fină – simbol A; serie mijlocie – simbol B;
Varianta N – pentru şuruburi cu cap hexagonal şi piuliţe hexagonale cu deschidere de cheie normală;
Varianta M – pentru şuruburi cu cap hexagonal şi piuliţe hexagonale cu deschidere de cheie redusă;
Material: S 235 SR EN 10025;
Muchiile de pe o faţă a şaibei se pot teşi sau rotunji;
Notare: denumire, serie, variantă, mărime filet;
Exemplu: Şaibă AM 16 STAS 5200

3.5.2 Şaibe plate pentru metale, execuţie grosolană (STAS 1388, DIN 126).

Tabelul 3.30

Filetul şurubului	d	D	h
M 6	7	12,5	1,6
M 7	8	14	
M 8	10	17	
M 10	12	21	2
M 12	15	24	2,5
M 14	17	28	
M 16	19	30	3
M 18	21	34	
M 20	24	37	
M 22	26	39	
M 24	28	44	4
M 27	32	50	
M 30	35	56	

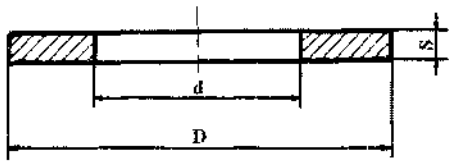


Fig.3.30

Observaţii: Se vor înlocui cu şaibe precise STAS 5200;
Material: S 235 SR EN 10025;
Notare: denumire, mărime filet;
Exemplu: Şaibă 20 STAS 1388.

3.5.3 Şaibe înclinate (fig.3.31) pentru profile U şi I (STAS 2242, DIN 434, DIN 435).

Tabelul 3.31

Forma şaibei	Filet şurub	D H14	a_1 j_s16	a_2	(e)	b	c
U	8	9	22	22	2,9	2	3,8
	10	11	22	22	2,9	2	3,8
	12	14	30	26	3,7	2,5	4,9
	16	18	36	32	4,45	3	5,9
	20	22	44	40	5,25	3,5	7
	24	26	56	56	6,25	4	8,5
	27	30	56	56	6,25	4	8,5
I	8	9	22	22	3,05	1,5	4,6
	10	11	22	22	3,05	1,5	4,6
	12	14	30	26	4,1	2	6,2
	16	18	36	32	5	2,5	7,5
	20	22	44	40	6,4	3	9,2
	24	26	56	56	6,9	3	10,8
	27	30	56	56	6,9	3	10,8

Observaţii: Forma U (DIN 434), cu înclinare 8% şi cu două canale de identificare, pentru profile U;
Forma I (DIN 435), cu înclinare 14% şi cu un canal de identificare, pentru profile I;
Notarea se face indicând denumirea, forma şi mărimea filetului şurubului;
Exemplu: Şaibă U10 STAS 2242 / cadmiat.

3.5.4 Şaibe înclinate de uz general (fig.3.32).

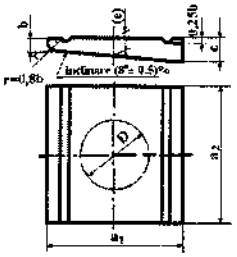
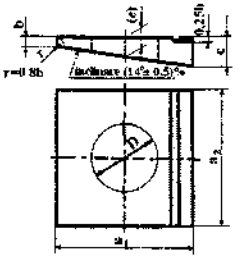


Fig.3.31



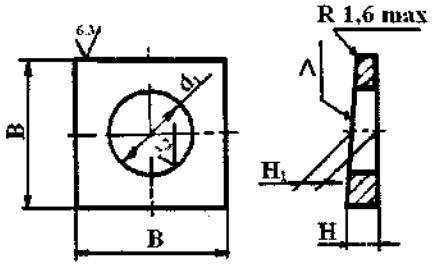


Fig.3.32

Tabelul 3.32

d	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27
d_1	6,6	9	11	13	15	17	19	22	24	26	30
B	16		20	30			40			50	
$H_1 \approx$	4,9		5,1	5,7			6,2			6,8	

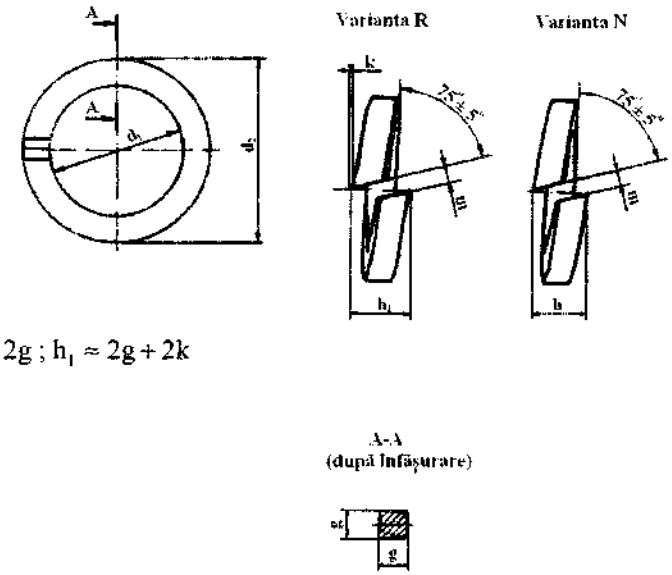
Observaţie: Înclinarea este $\approx 6,5^0 \pm 0,5^0$.

3.5.5 Şaibe Grower (STAS 7666, DIN 127).

Tabelul 3.33

Mărimea	d_1		d_2	g		k
	nominal	abateri		nominal	abateri	
4	4,1	+ 0,48	6,1	1,2		0,15
5	5,1	0	7,5	1,4		0,15
6	6,1	+ 0,58	8,9	1,6	± 0,20	0,2
8	8,2	0	12,2	2		0,3
10	10,2		15,2	2,5		0,3
12	12,2	+ 0,70	18,2	3		0,4
14	14,2	0	20,6	3,2		0,4
16	16,3		23,3	3,5		0,4
18	18,3		26,3	4		0,4
20	20,5	+ 0,84	29,5	4,5	± 0,24	0,4
22	22,5	0	31,5	5		0,4
24	24,5		35,5	5,5		0,5
27	27,5		39,5	6		0,5
30	30,5		43,5	6,5		0,8
33	33,5		47,5	7		0,8
36	36,5		52,5	8		0,8
39	39,5	+ 1,00	56,5	8,5	± 0,29	0,8
42	42,5	0	60,5	9		0,8
45	45,5		64,5	9,5		0,8
48	48,5		68,5	10		0,8

Observaţii: **Notare:** denumire, variantă, simbol sens filet, mărime, STAS, material, acoperire de protecţie;
Exemplu: Şaibă Grower N stg 12 STAS 7666/oţel de arc DIN 17221, EN 89 sau STAS 2826.



$m = \max .0,7g\ ;\ h \approx 2g\ ;\ h_1 \approx 2g + 2k$

Fig.3.33

3.5.6 Șaibe elastice profilate (STAS 11013).

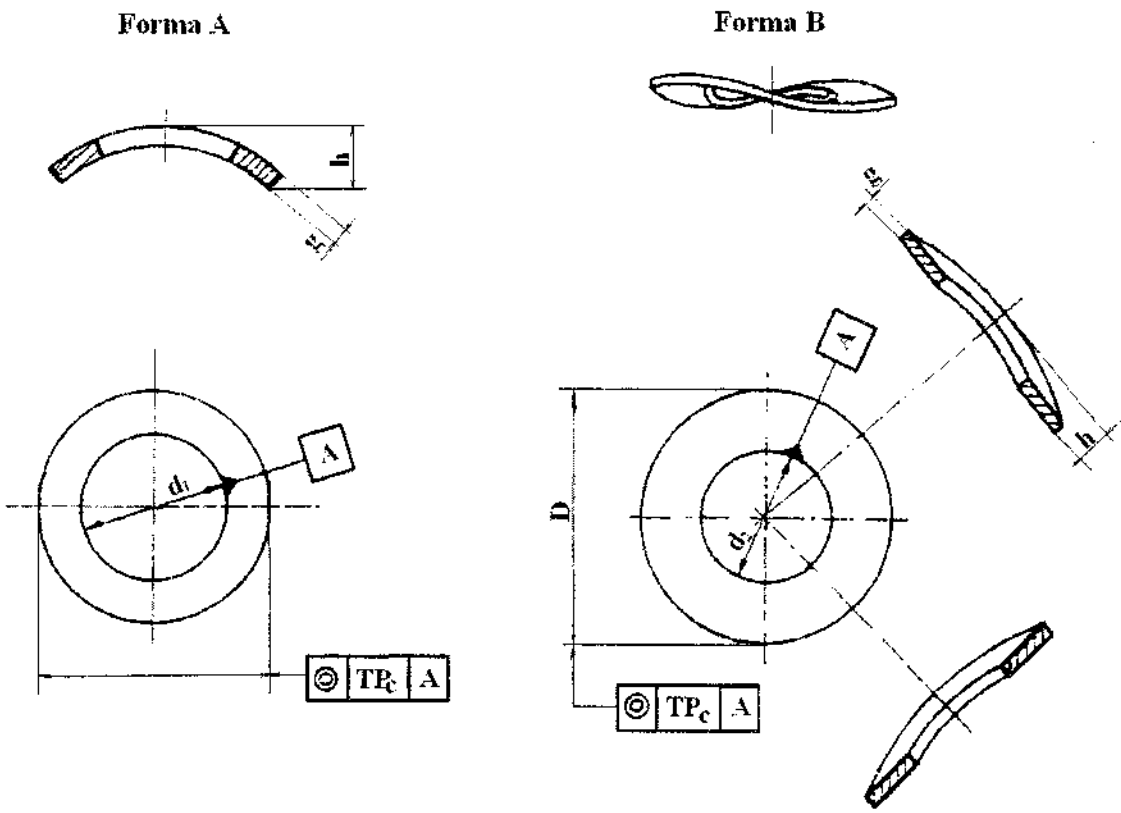


Fig.3.34

Tabelul 3.34

Mărimea şaibei	Forma A					Forma B				
	d_1 (H14)	D (Js16)	h min.	h max.	g	d_2 (H14)	D (Js16)	h min.	h max.	g
4	4,3	8	0,8	1,6	0,5	4,3	9	1	2	0,5
5	5,3	10	0,9	1,8	0,5	5,3	11	1,1	2,2	0,5
6	6,4	11	1,1	2,2	0,5	6,4	12	1,3	2,6	0,5
8	8,4	15	1,7	3,4	0,5	8,4	15	1,5	3	0,8
10	10,5	18	2	4	0,8	10,5	21	2,1	4,2	1
12						13	24	2,5	5	1,2
16						17	30	3,2	6,3	1,5
20						21	36	3,7	7,4	1,5
24						25	44	4,1	8,2	1,8
27						28	50	4,7	9,4	2
30						31	56	5	10	2,2

Observaţii: Forma A – şaibă elastică bombată; forma B – şaibă elastică ondulată;
Notarea se face indicând denumirea, forma şi mărimea;
Exemplu: Şaibă profilată B 8 STAS 11013;
Material oţel pentru arcuri, conform EN 89 sau DIN 17221.

3.5.7 Şaibe conice elastice (STAS 11132).

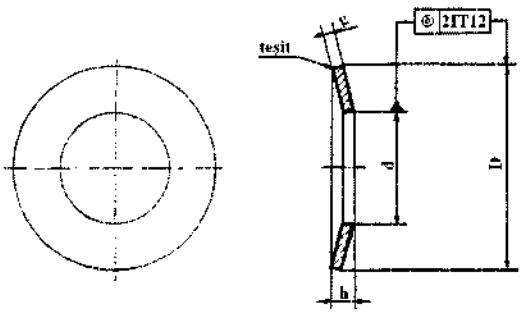


Fig.3.35

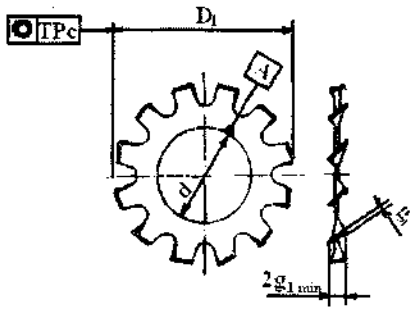
Tabelul 3.35

Filetul şurubului	d H14	D h14	h min.	h max.	g	Forţa de arcuire min. N	Forţa de încercare N
M4	4,3	9	1,3	1,12	1	3770	4000
M5	5,3	11	1,55	1,35	1,2	5480	6550
M6	6,4	14	2	1,7	1,5	8500	9250
M8	8,4	18	2,6	2,24	2	14900	17000
M10	10,5	23	3,2	2,8	2,5	22100	27100
M12	13	29	3,95	3,43	3	34100	39500
M16	17	39	5,25	4,58	4	59700	75000
M20	21	45	6,4	5,6	5	93200	117000
M24	25	56	7,75	6,77	6	131000	169000
M27	28	60	8,35	7,3	6,5	154000	221000
M30	31	70	9,2	8	7	172000	269000

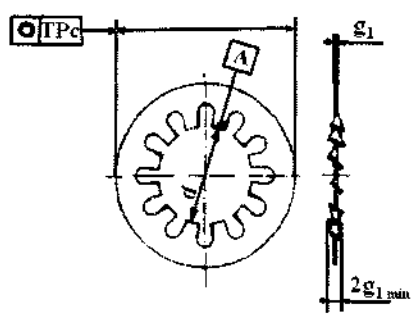
Observaţii: Material oţel pentru arcuri conform EN 89 sau DIN 17221; duritatea după tratamentul termic va fi 43 ... 50 HRC;
Notarea se face indicând denumirea, mărimea filetului şurubului sau piuliţei şi acoperirea de protecţie;
Exemplu: Şaibă conică M10 STAS 11132 / cadmiat;
Acoperiri de protecţie: fosfatare, cadmiere etc. sau un strat de ulei anticoroziv.

3.5.8 Şaibe elastice cu dinţi (STAS 10481, DIN 6797, DIN 6798).

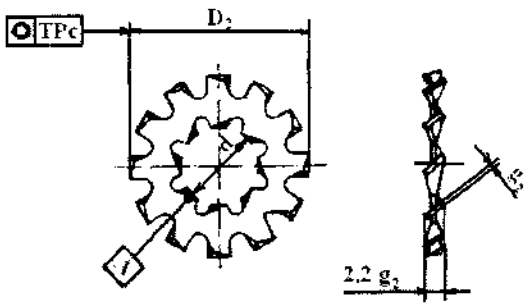
Forma E



Forma I



Forma EI



Forma C

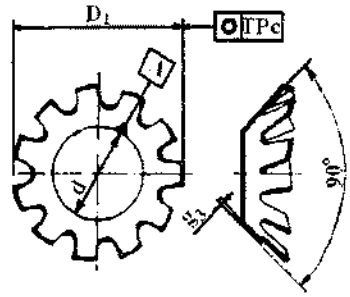


Fig.3.36

Tabelul 3.36

Filetul şurubului	d H13	D_1 H14	D_2 h14	D_3 ≈	g_1	g_2	g_3	Forma E	Forma I	Forma C
								Numărul de dinţi*		
M4	4,3	8,0	15,7	8,0	0,5	0,8	0,8	8	8	8
M5	5,3	10,0	17,9	9,8	0,6	0,8	0,8	8	8	8
M6	6,4	11,0	19,2	11,8	0,7	0,9	0,9	8	8	10
M8	8,4	15,0	22,8	15,3	0,8	1,0	1,0	8	8	10
M10	10,5	18,0	26,4	19,0	0,9	1,2	1,2	9	9	10
M12	13,0	20,5	30,4	23,0	1,0	1,2	1,2	10	10	10
M16	17,0	26,0	36,1	30,2	1,2	1,5	1,5	12	12	12
M20	21,0	33,0	-	-	1,4	-	-	12	12	-
M24	25,0	38,0	-	-	1,5	-	-	14	14	-
M27	28,0	44,0	-	-	1,6	-	-	14	14	-
M30	31,0	48,0	-	-	1,6	-	-	14	14	-

Observaţii: * Numărul de dinţi pentru şaibele forma EI se stabilesc prin documentaţia tehnică;
Material oţel pentru arcuri conform EN 89 sau DIN 17221; duritatea după TT va fi 410 ... 490 HV30;
Notarea se face indicând denumirea, mărimea filetului şurubului sau piuliţei şi acoperirea de protecţie
Exemplu: Şaibă E - M12 STAS 10481 / cadmiat;
Acoperiri de protecţie: fosfatare, cadmiere etc. sau un strat de ulei anticoroziv.

3.5.9 Şaibe de siguranţă pentru şuruburi şi piulițe hexagonale (STAS 2241-2).

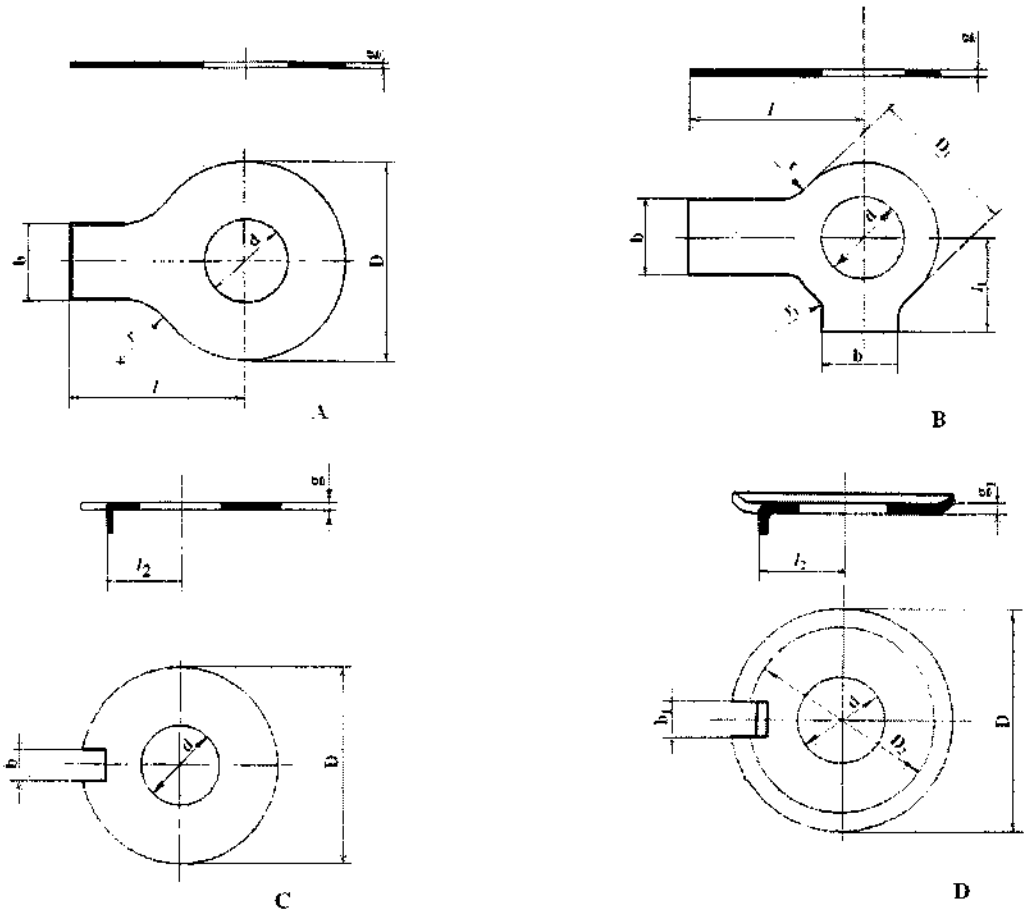


Fig.3.37

Tabelul 3.37

Filet M	d	D	D_1	D_2	b	b_1	g	g_1	l	l_1	l_2	r	r_1
4	4,3	14	9	10	5	2,5	0,4	0,5	14	6,5	5,5	2,5	2,5
5	5,3	17	10	12	6	3,5	0,5	1	16	8	7	2,5	2,5
6	6,4	19	12,5	14	7	3,5	0,5	1	18	9	7,5	4	4
8	8,4	22	17	16	8	3,5	0,8	1,6	20	11	8,5	4	4
10	10,5	26	21	20	10	4,5	0,8	1,6	22	13	10	6	4
12	13	30	24	24	12	4,5	1	1,6	28	15	12	10	6
16	17	36	30	30	15	5,5	1	1,6	32	18	15	10	6
20	21	42	37	36	18	6,5	1	1,6	36	21	18	10	6
24	25	50	44	43	20	7,5	1	1,6	42	25	21	10	6
27	28	58	50	50	23	8,5	1,5	2	48	29	23	16	6
30	31	63	56	55	26	8,5	1,5	2	52	32	25	16	10

3.5.10 Şaibe de siguranţă pentru capete de arbore conice (STAS 9893).

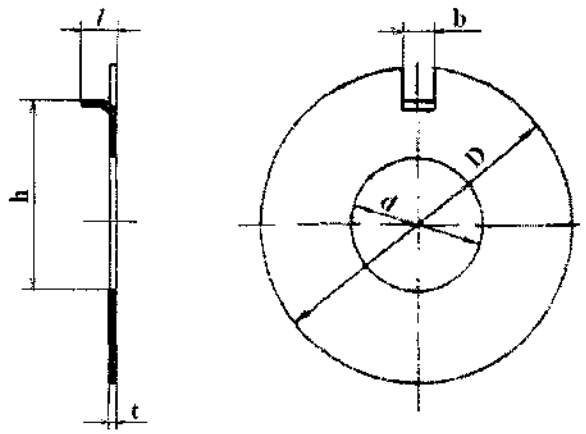


Fig.3.38

Tabelul 3.38

Capăt de arbore STAS 8724-4		d	D		b	h	t
			Varianta				
Diametrul nominal	Filet d		A	B			
11	M6	6,4	22	19	1,8	8,5	0,5
12	M8 x 1	8,4	26	22		10,0	
14					2,7	11,0	
16						13,5	
18	M10x1,25	11	32	26		14,5	
19					3,5	15,5	
20						16,5	1,0
22	M12x1,25	13	40	32		18,0	
24						19,0	
25	M16x1,5	17	45	40	4,5	21,0	
28						22,5	
30						25,0	
32	M20x1,5	21	50	45		26,0	
35					5,5	27,5	
38						31,0	
40	M24x2	25	63	50	9,5	32,0	
42						32,0	
45	M30x2	32	75	63		39,0	1,6
48					11,5	39,0	
50	M36x3	38	88	75		43,0	

Observaţii: Şaibele pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore conice se execută în două variante:

- varianta A – pentru asamblări cu piuliţe tip A forma 1 STAS 8608;
- varianta B – pentru asamblări cu piuliţe tip A forma 2 STAS 8608 ;

Notarea se face indicând simbolul variantei şi diametrul nominal al capătului de arbore;
Exemplu: Şaibă A 25 STAS 9893;
Materialul este la alegerea proiectantului.

3.6 ELEMENTE CONSTRUCTIVE.

3.6.1 Locaşuri şi lamaje (STAS 11574).

3.6.1.1 Locaşuri pentru şuruburi cu cap hexagonal cu deschidere de cheie normală (LH 1) sau cu deschidere de cheie redusă (LH 2).

Tabelul 3.39

Filet d	d_2 H 15		d_3	t H14
	LH 1	LH 2		
M5	18	-	-	4,2
M6	18	-	-	4,8
M8	24	22	-	6,5
M10	28	24	-	8
M12	33	28	16	9
M16	40	36	20	11,5
M20	46	43	24	14,5
M24	57	50	28	16,5
M27	61	57	33	18,5
M30	71	61	36	20

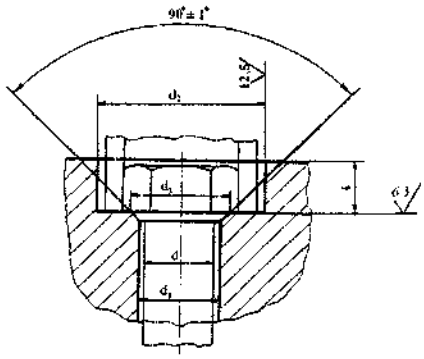


Fig.3.39

Observaţii: d_1 - conform STAS 3336;
În cazul utilizării unei şaibe sub capul şurubului, cota *t* se va majora cu grosimea şaibei;
Pentru şuruburi cu filet mai mic de M12, teşirea d_3 nu este obligatorie;
Valorile diametrului d_3 permit utilizarea cheilor STAS 4885 şi capetelor de chei STAS 6680.

3.6.1.2 Locaşuri pentru şuruburi cu cap cilindric LC 1, LC 2 şi LC 3.

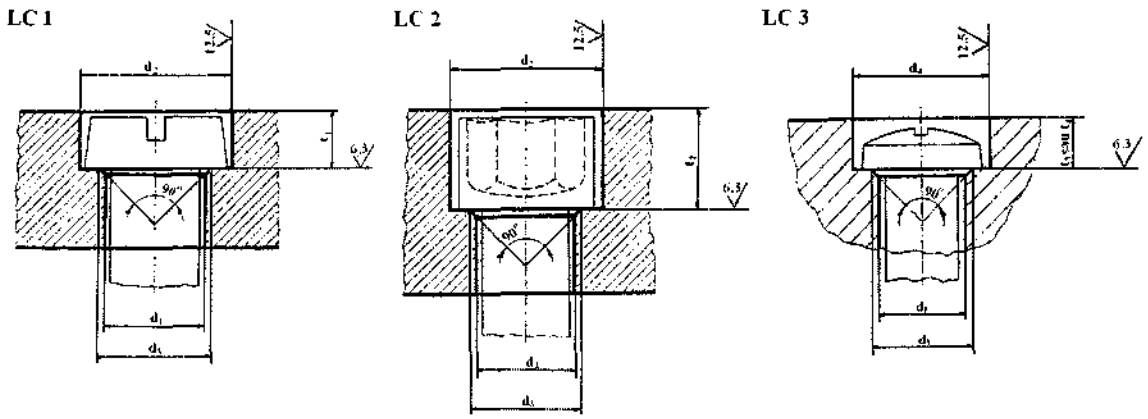


Fig.3.40

Tabelul 3.40

Filet d	d_2 H13	d_3	d_4 H14	t_1 H14	t_2 H14	t_3 H14	t_4 H14
M4	8	-	9	3,2	4,6	3,2	3
M5	10	-	11	4	5,7	4	4

Tabelul 3.40 - continuare

M6	11	-	13	4,7	6,8	4,6	4,5
M8	15	-	18	6	9	5,7	5,8
M10	18	-	22	7	11	6,8	7
M12	20	16	26	8	13	8	-
M16	26	20	-	10,5	17,5	10	-
M20	33	24	-	12,5	21,5	12	-

Observaţie: d_1 – conform STAS 3336.

3.6.1.3 Locaşuri pentru şuruburi cu cap înecat şi semiînecat fără porţiune cilindrică (LI 1) şi cu porţiune cilindrică (LI 2).

Tabelul 3.41

Filet d	**d_2 H13**	**d_3 H12**	**t +0,1 0**
M4	8,6	8,0	0,3
M5	10,4	10,0	0,4
M6	12,4	11,5	0,45
M8	16,4	15,0	0,7
M10	20,4	19,0	0,7
M12	24,4	23,0	0,7
M16	32,4	30,0	1,2
M20	40,4	37,0	1,7

Observaţie: d_1 – conform STAS 3336.

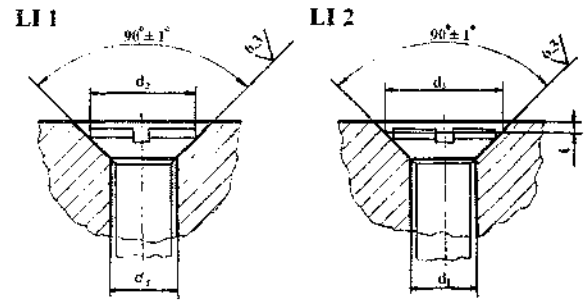


Fig.3.41

3.6.1.4 Lamaje pentru şuruburi cu cap hexagonal şi piuliţe hexagonale cu deschidere de cheie normală (LJ 1) şi deschidere de cheie redusă (LJ 2)

Tabelul 3.42

Diametrul nominal d	**d_2 H15**		**d_3**
	LJ 1	**LJ 2**	
M4	10	-	-
M5	11	-	-
M6	13	-	-
M8	18	15	-
M10	22	18	-
M12	26	22	16
M16	33	30	20
M20	40	36	24
M24	48	43	28
M27	53	48	33
M30	61	53	36

Observaţie: d_1 – conform STAS 3336.

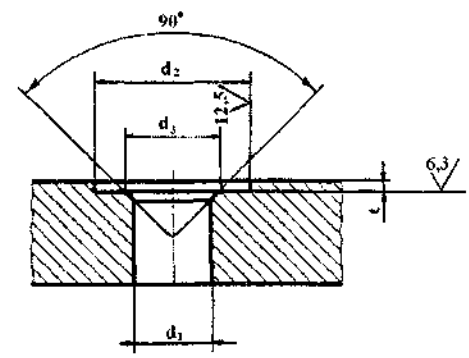


Fig.3.42

3.6.1.5 Lamaje şi bosaje pentru aşezarea capului şurubului şi piuliţei hexagonale.

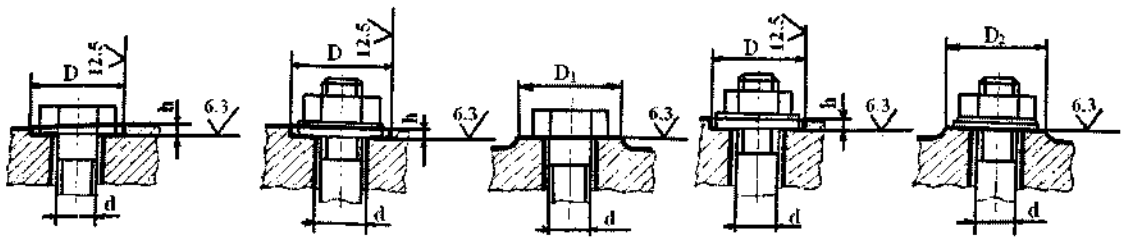


Fig.3.43

Tabelul 3.43

d	S	D*	D**	D_1	D_2*	D_2**	d	S	D*	D**	D_1	D_2*	D_2**
3	5,5	8	10	10	10	12							
4	7	10	12	14	14	14	20	27	36	-	42	42	-
5	8	12	12	16	16	16		30	40	40	45	-	45
6	10	14	14	18	18	18							
8	12	18	-	20	20	-	24	32	42	-	48	48	-
	14	20	20	24	-	24		36	45	50	52	-	55
10	14	20	-	24	24	-	30	41	52	-	60	60	-
	17	24	26	28	-	30		46	60	60	65	-	65
12	17	24	-	28	28	-	36	50	65	-	70	70	-
	19	26	28	30	-	34		55	70	70	80	-	80
							42	55	70	-	80	80	-
16	22	30	-	34	34	-		65	80	85	90	-	90
	24	32	34	38	-	40	48	65	80	-	90	100	-
								75	95	95	100	-	100

Observaţii: * - pentru şaibe elastice; **- pentru şaibe plate;
h – se adoptă constructiv, până la 1/3 din înălţimea capului şurubului sau piuliţei

3.6.1.6 Lamaje şi bosaje pentru aşezarea capului şurubului de alte forme.

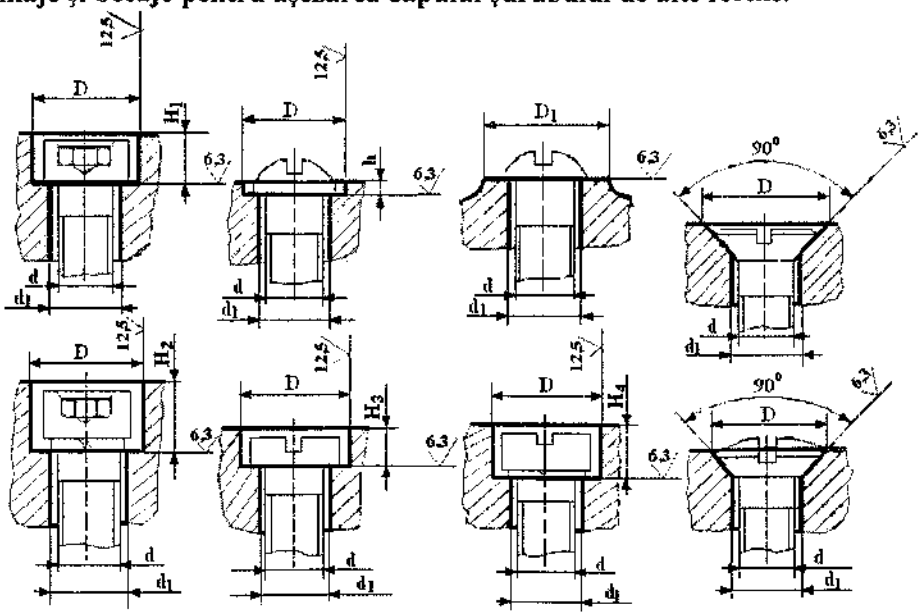


Fig.3.44

Tabelul 3.44

d	D		H_1	H_2	H_3	H_4	D_1
	şirul 1	şirul 2					
2	4,3		-	-	1,4	2	-
2,5	5		-	-	1,7	2,5	-
3	6,5		-	-	2	3	-
4	8	8	4	5,5	2,8	4	12
5	10	10	5	7	3,5	5	15
6	11	12	6	8	4	6	18
8	14	15	8	11	5	7,5	20
10	17	18	10	13	6	9	24
12	19	20	12	16	7	11	26
14	22	24	14	18	8	12	30
16	26	28	16	20	9	13	34
18	28	30	18	23	10	15	36
20	32	34	20	25	11	16	40

3.6.2 Loc de manevră pentru chei fixe.

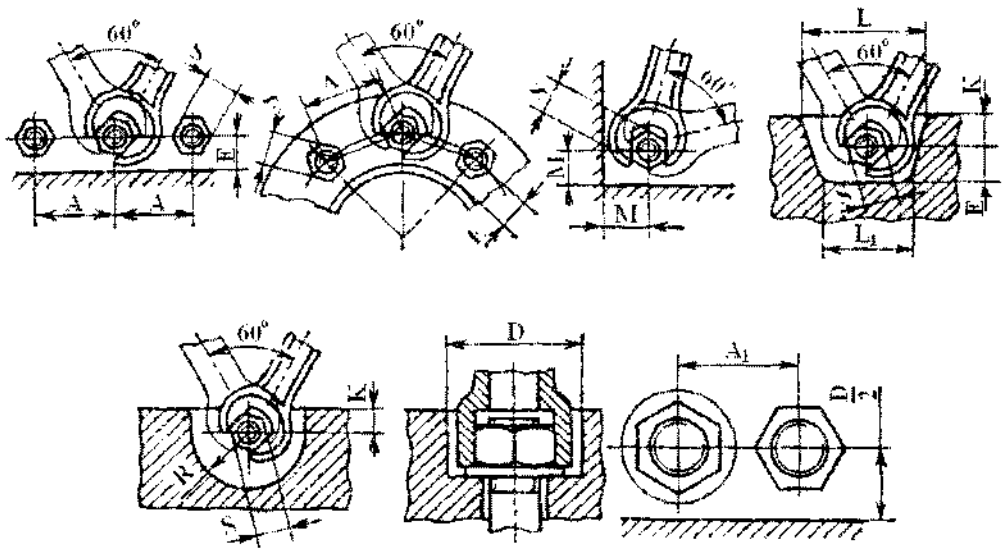


Fig.3.45

Tabelul 3.45

S	A	E=K	M	L	L_1	R	D	A_1	S	A	E=K	M	L	L_1	R	D	A_1
5,5	12	5	7	20	16	10	-	-	30	58	20	30	98	75	48	48	45
7	14	6	8	26	20	13	-	-	32	62	22	32	100	80	50	52	48
8	17	7	9	30	24	15	20	16	36	68	24	36	110	85	55	60	52
10	20	8	11	36	28	18	22	18	41	80	26	40	120	90	60	63	60
12	24	10	13	45	34	22	26	20	46	90	30	45	140	105	68	70	65
13	26	10	14	45	34	23	-	-	50	95	32	48	150	110	72	75	70
14	28	11	15	48	36	24	26	22	55	105	36	52	160	120	80	85	78
17	34	13	17	52	38	26	30	26	60	110	38	55	170	130	85	-	-
19	36	14	19	60	45	30	32	30	65	120	42	60	185	145	92	-	-
22	42	15	24	72	55	36	36	32	70	130	45	65	200	160	98	-	-
24	48	16	25	78	60	38	40	36	75	140	48	70	210	170	105	-	-
27	52	19	28	85	65	42	45	40									

3.6.3 Vârfuri de şuruburi (STAS 4924, DIN 78).

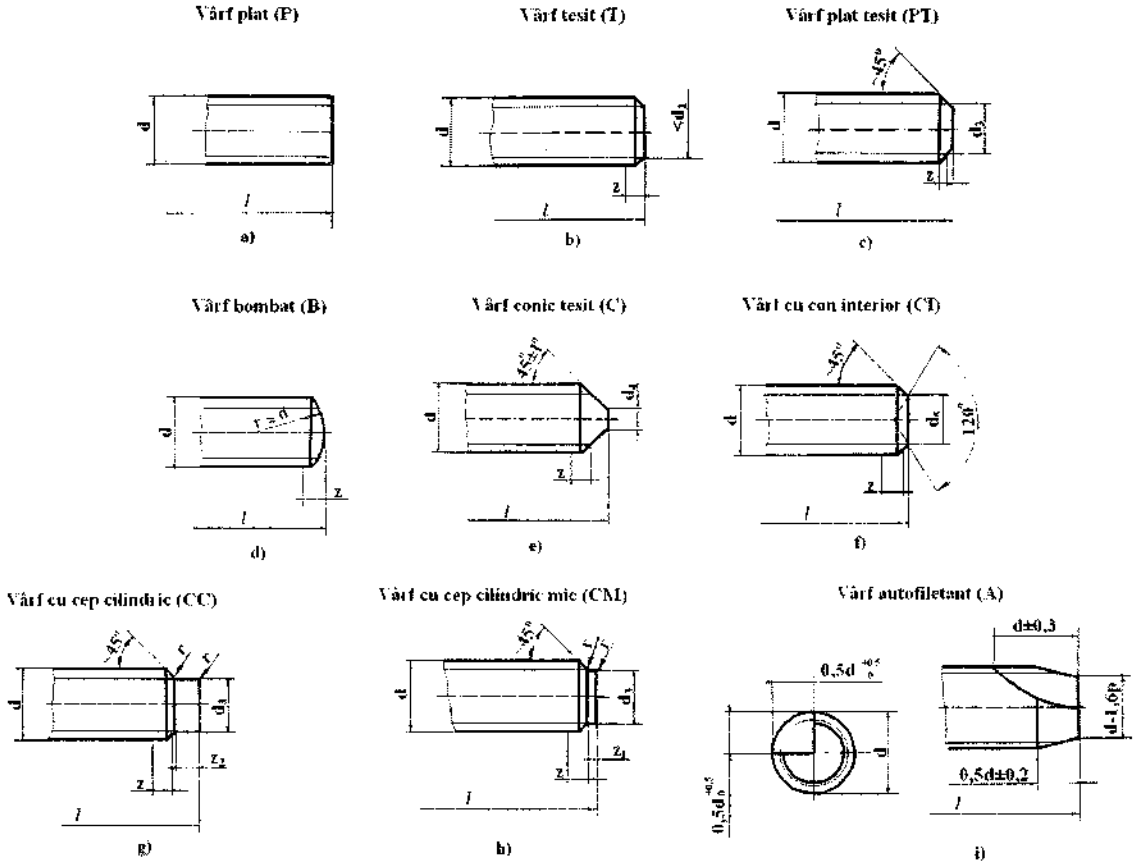


Fig.3.46

Tabelul 3.46

Filet d	d_3	d_4	d_5	z max	z_1	z_2
1	0,5	-	-		-	-
1,2	0,6	-	-		-	-
1,4	0,7	-	0,7		0,35	0,7
1,6	0,8	-	0,8		0,4	0,8
1,8	0,9	-	0,9		0,45	0,9
2	1	-	1		0,5	1
2,2	1,2	-	1,1		0,55	1,1
2,5	1,5	-	1,2		0,63	1,25
3	2	-	1,4		0,75	1,5
3,5	2,2	-	1,7		0,88	1,75
4	2,5	-	2		1	2
4,5	3	-	2,2		1,12	2,25
5	3,5	-	2,5		1,25	2,5
6	4	1,5	3	2.P (filet incomplet)	1,5	3
7	5	2	4		1,75	3,5
8	5,5	2	5		2	4
10	7	2,5	6		2,2	5
12	8,5	3	8		3	6

Tabelul 3.46 - continuare

14	10	4	9		3,5	7
16	12	4	10		4	8
18	13	5	12		4,5	9
20	15	5	14		5	10
22	17	6	16		5,5	11
24	18	6	16		6	12
27	21	8	-		6,7	13,5
30	23	8	-		7,5	15
33	26	10	-		8,2	16,5
36	28	10	-		9	18
39	30	12	-		9,7	19,5
42	32	12	-		10,5	21
45	35	14	-		11,2	22,5
48	38	14	-		12	24

Observaţii: P – pasul filetului; d_1 – diametrul interior al filetului;
Unghiul 45^0 din figurile 3.46,c,e,g şi h se referă la porţiunea de sub diametrul interior al filetului.

3.6.4 Găuri pentru aşezarea vârfului şurubului.

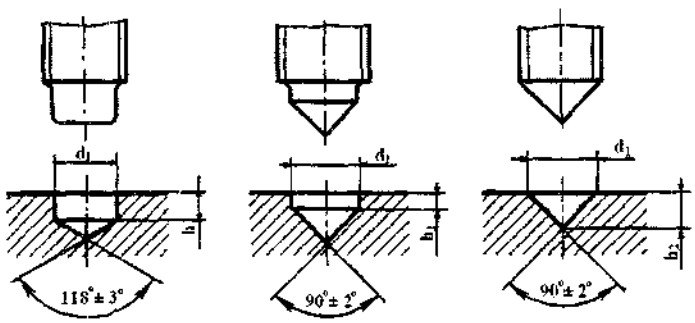


Fig.3.47

Tabelul 3.47

Diametrul filetului	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24
d_1	2,0	2,5	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0	12	15	18
h	1,2	1,6	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	4,0	6,0	6,0
h_1	-	-	-	1,0	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	2,5
h_2	1,0	1,2	1,7	2,2	3,0	3,5	4,5	6,0	7,5	9,0

Observaţie: Dimensiunea h_2 este informativă

3.6.5 Asamblări filetate – lungimile tijei şi ale părţii filetate (STAS 11637).
3.6.5.1 Lungimile nominale pentru tijă (până la cel mult 300 mm).

Tabelul 3.48

Lungimea nominală a tijei					
8	16	(32)	65	130 (135)	260
9	(18)	35	70	140 (145)	280

Tabelul 3.48 - continuare

		(38)	75	150 (155)	300
10	20	40	80	160 (165)	
			85	170 (175)	
(11)	(22)	45	90	180 (185)	
			(95)	190 (195)	
12	25	50	100 (105)	200	
14	(28)	55	110 (115)	220	
	30	60	120 (125)	240	

Observaţii: Valorile din paranteze se vor evita pe cât posibil;
Gama lungimilor la şuruburi, prezoane şi ştifturi filetate se precizează pentru fiecare caz în parte, prin standardele de dimensiuni respective.

3.6.5.2 Lungimea părţii filetate.

Tabelul 3.49

Lungimea tijei		Lungimea părţii filetate, b
peste	până la	
-	125	2d + 6
125	200	2d + 12
200	-	2d + 25

3.6.5.3 Lungimea părţii filetate funcţie de lungimea tijei şi diametrul nominal al filetului.

Tabelul 3.50

Filet d		4	5	6	8	10	12	16	20	24	27	30
Lungimea filetului b	l≤125	14	16	18	22	26	30	38	46	54	60	66
	125<l≤200	-	-	-	28	32	36	44	52	60	66	72
	l>200	-	-	-	-	-	-	57	65	73	79	85

3.7 CLASE DE REZISTENŢĂ.

3.7.1 Clase de rezistenţă pentru şuruburi (STAS 2700/3, DIN ISO 898 T1).

Tabelul 3.51

Clasă rezistenţă		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
Rezistenţa la ru-pere R_m, MPa		340 490	400 550		500 700		600 800			800 1000	1000 1200	1200 1400	1400 1600
Duritatea Brinell HB		90 150	110 170		140 215		170 245			225 300	280 365	330 425	390 -
Duritatea	HRB	47 82	63 88		78 97		88 102				- -		- -

UNIV TEHNICA BIBLIOTECA CLUJ-NAPOCA

Tabelul 3.51 - continuare

Rockwell	**HRC**	- -	- -		- -		- -		18 31	27 38	34 44	40 49
Duritatea Vickers HV30		90 150	110 170		140 215		170 245		225 300	280 370	330 440	400 510
Limita de elasticitate R_e, MPa		200	240	320	300	400	360	480	-	-	-	-	-
Limita de curgere $R_{p0,2}$, MPa		-	-	-	-	-	-	-	540	640	900	1080	1260
Alungirea la rupere A, %		25	25	14	20	10	16	8	12	12	9	8	7

Observaţie: Clasele de rezistenţă din tabel se referă la şuruburi, prezoane şi ştifturi filetate cu filet metric ISO.

3.7.2 Notarea claselor de rezistenţă pentru şuruburi (STAS 2700/3, DIN ISO 898 T1).

Tabelul 3.52

Primul număr	**3**	**4**	**5**	**6**	8	10	12	14
Rezistenţa la rupere R_m min., MPa	**340**	**400**	**500**	**600**	800	1000	1200	1400
Al doilea număr					.6	.7	.8	.9
$\frac{R_e}{R_m}$ 10 **sau :** $\frac{R_{p0.2}}{R_m}$ 10					6	7	8	9

3.7.3 Clase de rezistenţă pentru piuliţe (STAS 2700/4, DIN ISO 898 T2).

Tabelul 3.53

Clasa de rezistenţă	**4**	**5**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**
Tensiunea de încercare, MPa	400	500	600	800	1000	1200	1400
Duritatea Brinell HB	302	302	302	302	353	353	375
Duritatea Rockwell HRC	30	30	30	30	36	36	39

3.7.4 Corelaţia claselor de rezistenţă şurub – piuliţă.

Tabelul 3.54

	Clasa de rezistenţă									
Şurub	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	14.9
Piuliţă	4			5		6	8	10	12	14

3.7.5 Clase de execuţie şi lungimi de înşurubare.

Tabelul 3.55

Clasa de execuţie		**Lungimea de înşurubare**	
Precisă	**A**	Scurtă	**S**
Semiprecisă	**B**	Normală	**N**
Grosolană	**C**	Lungă	**L**

4. ASAMBLĂRI PRIN PENE, CANELURI, ŞTIFTURI, BOLŢURI, ŞPLINTURI.

4.1 ASAMBLĂRI PRIN PENE.

4.1.1 Pene paralele normale (STAS 1004, DIN 6885).

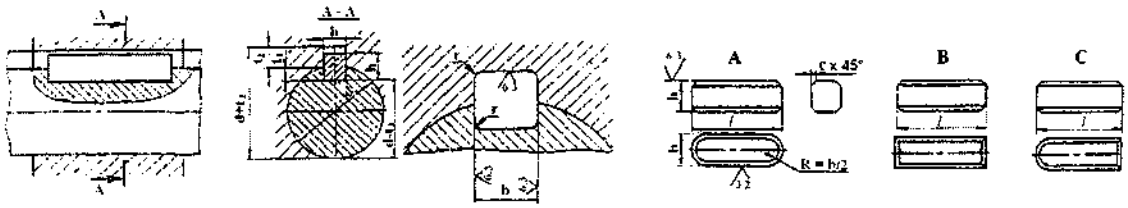


Fig.4.1

Tabelul 4.1

Diametrul arborelui d	Secţiunea penei		Adâncimea canalelor de pană		Raze de racordare r şi teşituri c	Interval de lungimi l
	b (h9)	h	t_1	t_2		
>10 ... ≤ 12	4	4	2,5	1,8	0,16 ... 0,08	8 ... 45
>12 ... ≤ 17	5	5	3	2,3		10 ... 56
>17 ... ≤ 22	6	6	3,5	2,8	0,25 ... 0,16	14 ... 70
>22 ... ≤ 30	8	7	4	3,3		18 ... 90
>30 ... ≤ 38	10	8	5	3,3		22 ... 110
>38 ... ≤ 44	12	8	5	3,3		28 ... 140
>44 ... ≤ 50	14	9	5,5	3,8	0,40 ... 0,25	36 ... 160
>50 ... ≤ 58	16	10	6	4,3		45 ... 180
>58 ... ≤ 65	18	11	7	4,4		50 ... 200
>65 ... ≤ 75	20	12	7,5	4,9		56 ... 220
>75 ... ≤ 85	22	14	9	5,4	0,60 ... 0,40	63 ... 250
>85 ... ≤ 95	25	14	9	5,4		70 ... 280

Observaţii. Lungimi tipizate:8 ,10 ,12 ,14 ,16 ,18 ,20 ,22 ,25 ,28 ,32 ,36 ,40 ,50 ,56 ,63 ,70 ,80 ,90 ,100, 110 ,125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.

Notare: denumire, formă, lăţime, înălţime şi lungime pană.

Exemplu: Pană A 10 x 8 x 32 STAS 1004.

Material: E355 SR EN 10025.

Abaterile limită la dimensiunea h a penei sunt: h9 pentru secţiuni pătrate şi h11 pentru secţiuni dreptunghiulare.

Ajustaje recomandate: ajustaj liber – H9 în arbore, D19 în butuc; ajustaj normal – N9 în arbore, J$_s$9 în butuc; ajustaj presat – P9 în arbore şi în butuc.

4.1.2 Pene disc (STAS 1012, DIN 6888).

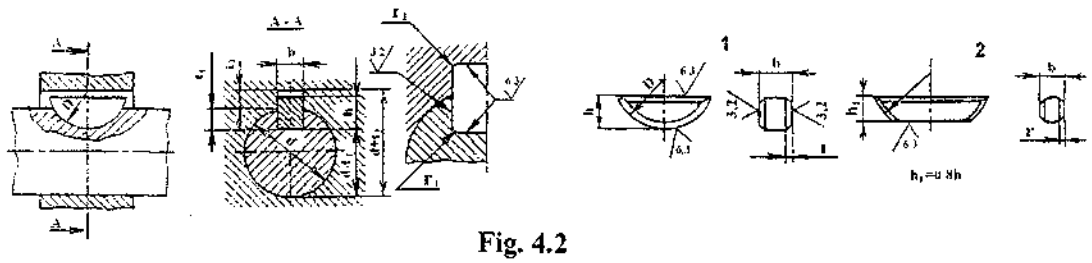


Fig. 4.2

Tabelul 4.2

Diametrul arborelui d	Pană		Canal de pană		
	b x h x D	r	t_1	t_2	r_1
De la 10 până la 12	3 x 6,5 x 16	0,16 ... 0,25	5,3	1,4	0,08 ... 0,16
> 12 ... ≤ 14	4 x 6,5 x 16		5,0	1,8	
> 14 ... ≤ 16	4 x 7,5 x 19		6,0	1,8	
> 16 ... ≤ 18	5 x 6,5 x 16	0,25 ... 0,40	4,5	2,3	0,16 ... 0,25
> 18 ... ≤ 20	5 x 7,5 x 19		5,5	2,3	
> 20 ... ≤ 22	5 x 9 x 22		7,0	2,3	
> 22 ... ≤ 25	6 x 9 x 22		6,5	2,8	
> 25 ... ≤ 28	9 x 10 x 25		7,5	2,8	
> 28 ... ≤ 32	8 x 11 x 28	0,40 ... 0,60	8,0	3,3	0,25 ... 0,40
> 32 ... ≤ 38	10 x 13 x 32		10,0	3,3	

Observaţii: Lungimea penei se poate calcula cu relaţia: $\ell \approx 0{,}95\ D$.
Abateri limită: b(h9), h(h11) şi D(h12).
Abateri limită canal de pană b: ajustaj intermediar – arbore N9 şi butuc J,9; ajustaj cu strângere-arbore şi butuc P9
La pana disc tip II înălţimea este: $h_1 = 0{,}8\,h$.
Notare: denumire, lăţime şi înălţime pană.
Exemplu: Pană disc 6 x 9 STAS 1012.
Material: E355 SR EN 10025

4.1.3 Pene înclinate (STAS 1007, DIN 6886, DI 6887).

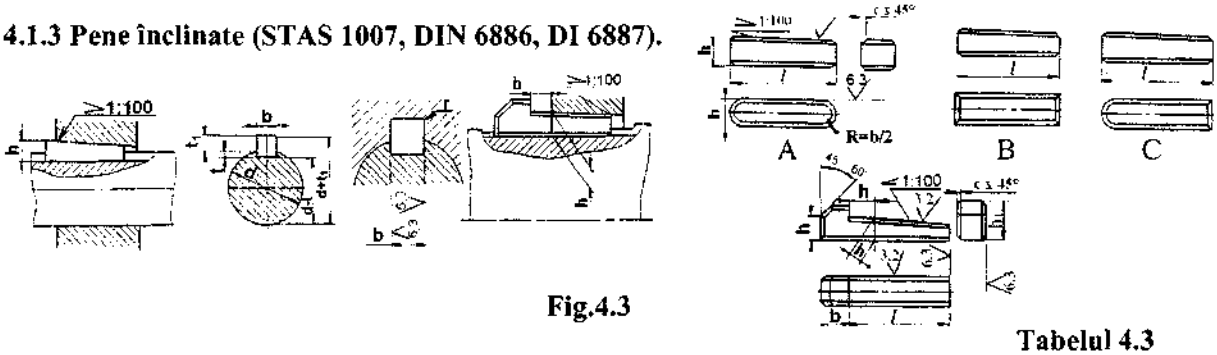


Fig.4.3

Tabelul 4.3

Diametrul arborelui d	Secţiunea penei		Adâncimea canalelor de pană		Raze de racordare *r* şi teşituri *c*	Interval de lungimi *l*
	b	h	t	t_1		
>10 ... ≤ 12	4	4	2,5	1,2	0,08 ... 0,16	8 ... 45
>12 ... ≤ 17	5	5	3	1,7		10 ... 56
>17 ... ≤ 22	6	6	3,5	2,2	0,16 ... 0,25	14 ... 70
>22 ... ≤ 30	8	7	4	2,4		18 ... 90
>30 ... ≤ 38	10	8	5	2,4		22 ... 110
>38 ... ≤ 44	12	8	5	2,4		28 ... 140
>44 ... ≤ 50	14	9	5,5	2,9	0,25 ... 0,40	36 ... 160
>50 ... ≤ 58	16	10	6	3,4		45 ... 180
>58 ... ≤ 65	18	11	7	3,4		50 ... 200
>65 ... ≤ 75	20	12	7,5	3,9		56 ... 220
>75 ... ≤ 85	22	14	9	4,4	0,40 ... 0,60	63 ... 250
>85 ... ≤ 95	25	14	9	4,4		70 ... 280

Observaţii: Lungimi tipizate: 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.
Notare:denumire, formă, lăţime, înălţime şi lungime pană. Exemplu: Pană A 10 x 8 x 32 STAS 1007.
Material: E355 SR EN 10025.

4.2 ASAMBLĂRI PRIN CANELURI.

4.2.1 Caneluri dreptunghiulare.Dimensiuni (DIN ISO 14).

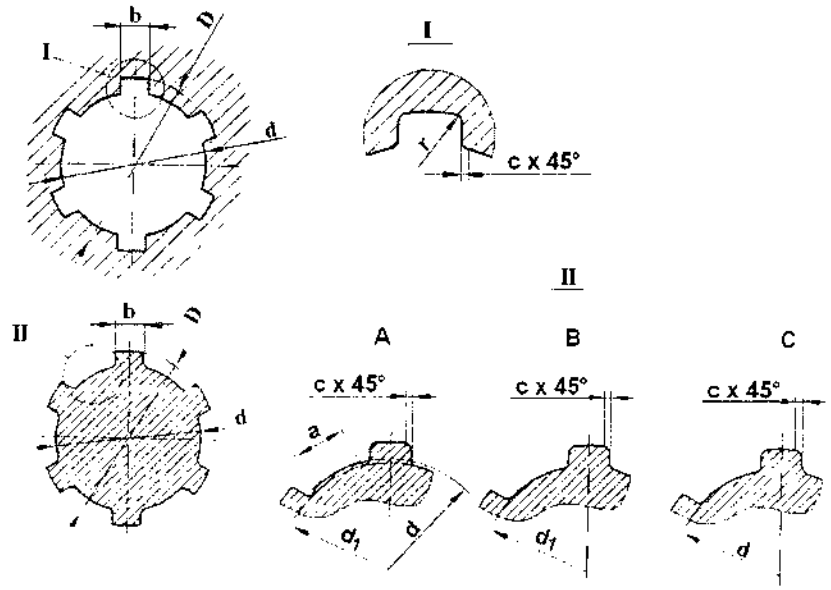


Fig.4.4

Tabelul 4.4

	d															
	18	**21**	**23**	**26**	**28**	**32**	**36**	**42**	**46**	**52**	**56**	**62**	**72**	**82**	**92**	**102**
***Serie uşoară* (STAS 1768)**																
D	-	-	26	30	32	36	40	46	50	58	62	68	78	88	98	108
z	-	-	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10
b	-	-	6	6	7	6	7	8	9	10	10	12	12	12	14	16
c	-	-	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
***Serie mijlocie* (STAS 1769)**																
D	22	25	28	32	34	38	42	48	54	60	65	72	82	92	102	112
z	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10
b	5	5	6	6	7	6	7	8	9	10	10	12	12	12	14	16
c	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
***Serie grea* (STAS 1770)**																
D	23	26	29	32	35	40	45	52	56	60	65	72	82	92	102	115
z	10	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	20	20	20
b	3	3	4	4	4	5	5	6	7	5	5	6	7	6	7	8
c	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Observaţii: Notarea arborilor şi butucilor canelaţi, precum şi a asamblărilor acestora trebuie să cuprindă:
- simbolul suprafeţei de centrare (d, D sau b);
- numărul de caneluri z, dimensiunea nominală d, dimensiunea nominală D şi lăţimea canelurii b. despărţite prin x;
- simbolurile câmpurilor de toleranţă al diametrului de centrare şi al lăţimii b.

Exemplu: $D - 6 \times 23 \times 26\frac{H8}{e8} \times 6\frac{F8}{e8}$.

În cazul centrării interioare se recomandă execuţia A sau C, iar în cazul centrărilor pe flancuri şi exterioară execuţia B.

4.2.2 Caneluri dreptunghiulare. Ajustaje recomandate (STAS 6565).

4.2.2.1 Ajustaje cu centrare pe diametrul interior.

Tabelul 4.5

Felul ajustajului pentru :		**Ajustaj mobil**							**Ajustaj fix**					
d	**butuc**	**H8 H7**							**H7**					
	arbore	e8		**f7**		**g6**		h7	h7	**j_s6**			n6	
b	**butuc**	D9 **F10**	**D9** **F10**	D9	F8	D9 **F10**	**F8**	D9 F10	H8	**F8** F10	**D9**	H8	F8 F10	H8
	arbore	e8 **e9**	**f8** e8	h9	f8 f7 h7	f8 h9	f7 **h7**	f8 h9	h7 h8	h7 j_s7 k7	**k7** p6	h7 j_s7	h7 m6 j_s7	j_s7

Observaţii: Ajustajele tipărite cu aldine sunt preferenţiale
Câmpul de toleranţă D9 se aplică numai butucilor necăliţi.
Câmpul de toleranţă F10 se aplică numai în cazul butucilor călîţi nerectificaţi

4.2.2.2 Ajustaje cu centrare pe diametrul exterior.

Tabelul 4.6

Felul ajustajului pentru :		**Ajustaj mobil**							**Ajustaj fix**	
D	**butuc**	H8	**H7**						**H7**	
	arbore	e8	**f7**			**g6**		h7	**j_s6**	n6
b	**butuc**	F8	D9 F8	F8	D9	D9 **F8**	F8	D9 F8	D9 **F8**	D9 F8
	arbore	e8	e8 d9 h9	**f7** **f8** h8	f7 h8 h9	f7 h9	h8	f7	h8 j_s7	h8 j_s7

Observaţii: Ajustajele tipărite cu aldine sunt preferenţiale.
Câmpul de toleranţă h9 se aplică în cazul arborilor necăliţi.

4.2.2.3 Ajustaje cu centrare laterală.

Tabelul 4.7

Felul ajustajului		**Ajustaj mobil**	**Ajustaj fix**	
Ajustaje pentru b	**butuc**	**D9** ; F8 ; **F10**	D9 ; **F8**	D9 ; F10
	arbore	**e8** ; **f8**; d9 ; e9;h9	n6 ; j_s7	k7

Observaţii: Ajustajele tipărite cu aldine sunt preferenţiale.
Câmpul de toleranţă D9 se recomandă pentru butuci necăliţi

4.2.2.4 Caneluri dreptunghiulare. Tensiuni admisibile (STAS 1767).

Tabelul 4.8

Funcţionarea asamblării canelate		Condiţii de lucru		
		uşoare	mijlocii	grele
		σ_{as}, în MPa		
Butucul fix pe arbore		80 ... 150	60 ... 100	40 ... 70
Butucul alunecător pe arbore	cuplare în gol	30 ... 50	20 ... 40	15 ... 30
	cuplare în sarcină	10 ... 20	5 ... 15	3 ... 10

Observaţii: Tensiunile admisibile la strivire indicate în tabel sunt valabile pentru oţel cu R_m = 1000 MPa. Pentru alte valori ale rezistenţei la rupere se vor face corecţiile necesare.
Prin condiţii de lucru grele se înţeleg: şocuri în ambele sensuri, vibraţii, toleranţe largi, condiţii nefavorabile de ungere, duritate mică a flancurilor etc.

4.2.3 Caneluri în evolventă.

4.2.3.1 Caneluri în evolventă. Dimensiuni (STAS 6858, DIN 5480).

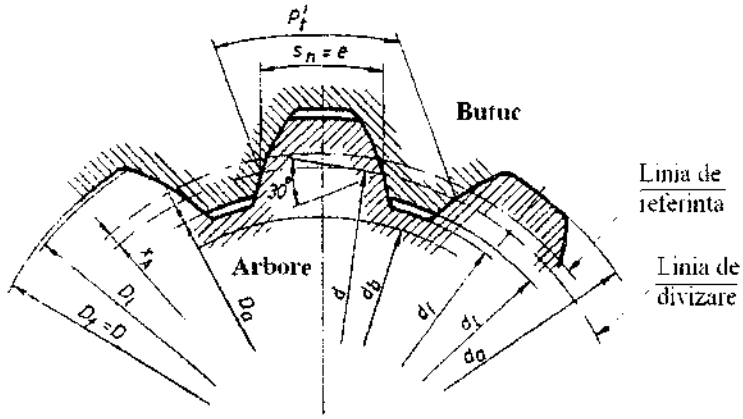


Fig.4.5

Tabelul 4.9

Diametrul nominal D	Modulul m				Diametrul nominal D	Modulul m			
	1,25	2	3	5		1,25	2	3	5
	Numărul de dinţi z					Numărul de dinţi z			
17	**12**	-	-	-	65	50	31	**20**	11
20	**14**	8	-	-	70	54	34	**22**	12
25	**18**	11	7	-	75	58	36	**24**	13
30	**22**	13	8	-	80	62	38	**25**	14
35	**26**	**16**	10	-	85	-	41	**27**	**15**
40	**30**	**18**	12	6	90	-	44	**28**	**16**
45	**34**	**21**	13	7	95	-	46	**30**	**18**
50	**38**	**24**	15	8	100	-	48	**32**	**18**
55	42	**26**	**17**	9	110	-	54	**35**	**20**
60	46	**28**	**18**	10	120	-	58	**38**	**22**

Observaţii: Canelurile în evolventă se caracterizează prin: modulul m, diametrul nominal D şi numărul de dinţi z.

Relaţia de calcul a acestor asamblări este: $\sigma_s = \dfrac{M_t}{0{,}3 \cdot z^2 \cdot m^2 \cdot \ell} \le \sigma_{as}$

Valorile din tabel tipărite cu aldine sunt preferenţiale.
Toleranţe şi ajustaje conform STAS 7338.

4.2.3.2 Asamblări canelate în evolventă. Parametrii principali (STAS 12154, DIN 5480).

Tabelul 4.10

Parametrul	Notare	Formula de calcul
Modulul	m	-
Pasul de divizare	p	$p = \pi.m$
Numărul de dinţi	z	-
Diametrul de divizare	d	$d = m.z$
Diametrul cercului de bază	d_b	$d_b = m.z.\cos\alpha$
Raza de racordare la piciorul dintelui	ρ_f	$\rho_{f\,max} = 0{,}15\ m$
Arcul normal de divizare al dintelui arborelui şi butucului	$s_n = e$	$s_n = \pi/2m + 2x.m.tg\alpha$
Diametrul nominal al asamblării	D	$D = m.z + 2x.m + 1{,}1\ m$
Diametrul de picior al butucului	D_f	$D_f = D$
Diametrul de cap al butucului	D_a	$D_a = D - 2\ m$
Diametrul de picior al arborelui	d_f	$d_{f\,max} = D - 2{,}2\ m$
Diametrul de cap al arborelui	d_a	
- la centrare pe flancuri		$d_a = D - 0{,}2\ m$
- la centrare pe diametrul exterior		$d_a = D$
Jocul radial	c	$c_{min} = 0{,}1\ m$
Deplasarea nominală a profilului arborelui	x_A	STAS 6858

Observaţie: Unghiul de presiune de referinţă $\alpha = 30^0$ (STAS 12154).

4.2.3.3 Caneluri în evolventă. Notare (STAS 6858, STAS 7338).

Notarea unui arbore sau a unui butuc canelat cu caneluri în evolventă cuprinde: denumirea (arbore sau butuc); simbolul tipului de centrare; valoarea diametrului nominal D în mm; valoarea modulului m în mm; simbolul toleranţei (STAS 7338) amplasată, după caz, lângă valoarea modulului, respectiv lângă valoarea diametrului nominal şi lângă valoarea modulului (STAS 6858).

Îmbinările canelate în evolventă pot fi: cu centrare pe flancuri (CEF); cu centrare pe exterior (CEE); cu centrare pe interior (CEI)

Toleranţele şi ajustajele asamblărilor cu caneluri în evolventă (STAS 7338) sunt stabilite pentru două moduri de centrare şi anume: CEF şi CED.

Exemple de notare:

-arbore cu caneluri în evolventă cu centrare pe flanc având diametrul nominal D = 65 mm şi modulul m = 2,5 mm şi câmpul de toleranţă al grosimii dintelui 9h:

Arbore CEF 65 x 2,5 9h

-butuc canelat cu centrare pe diametrul maxim având diametrul nominal D = 120 mm , modulul m = 6 mm, câmpul de toleranţă al diametrului de centrare H7 şi câmpul de toleranţă al lărgimii golului 9H:

Butuc CED 120 H7 x 6 9H

-asamblare cu caneluri în evolventă cu centrare pe diametrul exterior având diametrul nominal D = 150 mm, modulul m = 5 mm, ajustajul la diametrul de centrare H7/g6 şi ajustajul la flancul dintelui 9H/9d:

CED 150 H7/g6 x 5 9H/9d

4.2.3.4 Caneluri în evolventă. Tensiuni admisibile.

Tabelul 4.11

Caracterul asamblării	Condiţii de exploatare	Prelucrarea specială a suprafeţelor de lucru ale canelurilor	
		Neprelucrate	Prelucrate
		σ_{as}, MPa	
Fixă	grele	35 ... 50	40 ... 70
	medii	60 ... 100	100 ... 140
	uşoare	80 ... 120	120 ... 200
Mobilă , fără sarcină	grele	15 ... 20	20 ... 35
	medii	20 ... 30	30 ... 60
	uşoare	25 ... 40	40 ... 70
Mobilă sub sarcină	grele	-	3 ... 10
	medii	-	5 ... 15
	uşoare	-	10 ... 20

Observaţie: Condiţii de lucru grele: sarcini variabile, cu şoc şi schimbări de sens; vibraţii de amplitudine mare; condiţii de ungere rele (la asamblări mobile); duritate mică a flancurilor; precizie scăzută de execuţie a canelurii etc.

Uzarea flancurilor poate fi neglijată dacă tensiunea de contact (strivire) este mai mică decât o valoare critică σ_{cr} indicată în tabelul 4.12.

Tabelul 4.12

Caneluri	Material	Tratament termic	Tensiunea critică σ_{cr}, MPa
Dreptunghiulare	Oţel de construcţii	-	0,028.HB
	Oţel de îmbunătăţire	-	0,032.HB
		îmbunătăţire	0,35.HRC
	Oţel de cementare	cementare	0,45.HRC
În evolventă	Oţel de cementare	cementare	1,20.HRC

Observaţie: HB şi HRC în MPa.

4.2.4 Caneluri triunghiulare (STAS 7346, DIN 5481 T1).

Pentru diametre nominale de la 8 la 60 mm profilul teoretic al canelurilor este cu suprafaţa plană, atât la arbore cât şi la butuc (fig.4.6). Zona de ieşire a sculei la prelucrarea canelurilor arborelui este conform figurii 4.7.

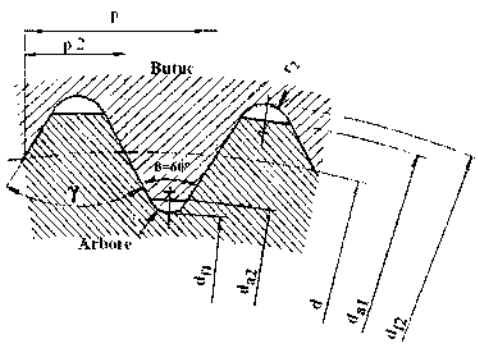


Fig.4.6

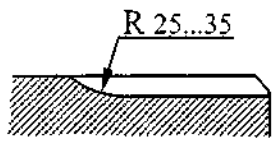


Fig.4.7

Tabelul 4.13

D	d	p	z	ARBORE			BUTUC			
				d_{a1}	d_{f1}	r_1	d_{a2}	d_{f2}	γ	r_2
8	7,5	0,842	28	8,1	6,91	0,08	6,9	8,21	$47^0 8'35"$	0,08
10	9	1,010	28	10,1	8,26	0,08	8,1	9,9	$47^0 8'35"$	0,08
12	11	1,152	30	12	10,20	0,1	10,1	12	48^0	0,1
14	13	1,317	31	14,2	12,06	0,1	12	14,18	$48^0 23'14"$	0,1
16	15	1,473	32	16,2	14,01	0,15	13,9	16,18	$48^0 45'$	0,1
17	16	1,571	32	17,2	14,91	0,15	14,9	17,28	$48^0 45'$	0,15
20	18,5	1,761	33	20	17,37	0,2	17,3	20	$49^0 5'27"$	0,15
24	22	2,033	34	23,9	20,76	0,25	20,8	23,76	$49^0 24'42"$	0,15
25	23	2,125	34	25	21,70	0,28	21,7	24,87	$49^0 24'42"$	0,15
28	26	2,334	35	28	24,55	0,3	24,6	27,94	$49^0 42'52"$	0,20
30	28	2,513	35	30	26,40	0,3	26,5	30,06	$49^0 42'52"$	0,25
32	30	2,618	36	32	28,41	0,4	28,5	32,01	50^0	0,28
34	32	2,792	36	34	30,38	0,4	30,5	34,17	50^0	0,3
36	34	2,967	36	36	32,20	0,4	32,5	36,19	50^0	0,35
40	38	3,226	37	39,9	35,95	0,4	36	40,16	$50^0 16'13"$	0,5
44	42	3,472	38	44	39,72	0,4	40	44,42	$50^0 31'35"$	0,5
45	43	3,555	38	45	40,68	0,4	41	45,39	$50^0 31'35"$	0,5
50	47,5	3,826	39	50	44,97	0,4	45	50,2	$50^0 46'9"$	0,5
55	52,5	4,123	40	54,9	49,72	0,4	50	55,25	51^0	0,6
60	57,5	4,301	42	60	54,76	0,5	55	60,39	$51^0 25'43"$	0,6

Observaţii: Notarea arborilor şi butucilor canelaţi se face indicind diametrul nominal al asamblării care este diametrul de cap al arborelui d_{a1};

Exemplu: Arbore canelat 20 STAS 7346;

Toleranţele canelurilor triunghiulare ale arborilor şi butucilor sunt indicate în STAS 8489; toleranţele asigură un ajustaj cu joc, destinat asamblărilor mecanice de uz general;

Se admite ca suprafaţa flancurilor dinţilor arborelui să fie curbă dacă dantura arborelui se execută prin rostogolire cu ajutorul unei scule cu flancuri drepte;

Valorile d_{f1} şi d_{f2} sunt valori teoretice calculate;

Pentru diametre nominale de la 65 la 120 mm suprafaţa flancurilor canelurilor este în evolventă (STAS 6858) la arbore şi plană la butuc.

4.2.4.1 Striuri pentru metale (DIN 82).

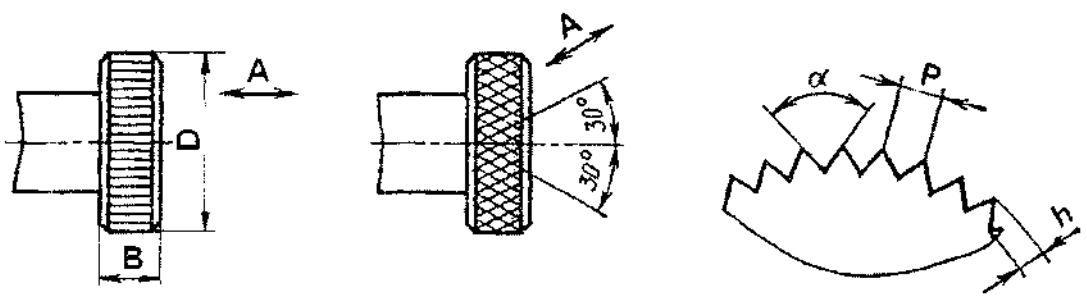


Fig.4.8

Tabelul 4.14

Striuri drepte – pentru toate materialele						
Lăţimea suprafeţei B	Diametrul suprafeţei striate					
	≤8	>8... ≤16	>16... ≤32	>32... ≤63	>63... ≤125	>125
	Pasul striurilor p					
≤4	0,5	0,5	0,6	0,6		
>4...≤8		0,6	0,6	0,6	0,8	1,0
>8...≤ 16		0,6	0,8	0,8		
>16...≤32		0,6	0,8	1,0	1,0	1,2
>32					1,2	1,6

Tabelul 4.15

Striuri reticulare							
Materialul prelucrat	Lăţimea suprafeţei B	Diametrul suprafeţei striate					
		≤8	>8... ≤16	>16... ≤32	>32... ≤63	>63... ≤125	>125
		Pasul striurilor p					
Oţel	≤8	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	-
	>8...≤16		0,8	1,0	1,0	1,0	-
	>16...≤32		0,8	1,0	1,2	1,2	-
	>32		0,8	1,6	1,2	1,6	2,0
Alte metale	≤8		0,6	0,6	0,6	0,8	-
	>8...≤16			0,8	0,8	0,8	-
	>16...≤32			0,8	1,0	1,0	-
	>32			0,8	1,0	1,2	1,6

Observaţii: Pasul profilului este: striuri drepte – 0,5; 0,6; 0.8; 1,0; 1,2; 1,6;
striuri reticulare – 0,5; 0,6; 0.8; 1,0 1,2; 1,6; 2,0
Înălţimea striurilor este: (0,25 ..... 0,7).p – pentru oţel ; (0,25 ... 0,5).p – pentru alte metale şi aliaje;
Unghiul profilului este : $\alpha = 70^0$ – pentru oţel; $\alpha = 90^0$ – pentru alte metale şi aliaje;
Notarea: denumirea striurilor şi pasul – striuri reticulare 1,2.

4.2.4.2 Striuri în asamblări presate oţel / mase plastice.

Tabelul 4.16

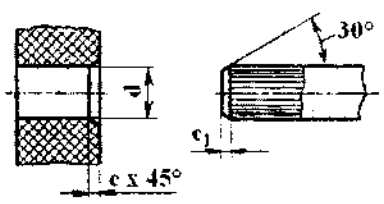


Fig.4.9

Diametrul nominal	Teşituri	
	c	c_1
3	0,4	0,5
4 , 5 , 6 , 8 , 10 , 11	0,5	0,6
12 , 14 , 16 , 18 , 20	0,6	0,8
25 , 28 , 32	0,8	1,0

Observaţii: Presarea se va face perpendicular pe fibrajul materialului;
Grosimea minimă a piesei din material plastic va fi de minim 3,5 .... 4 mm.

4.3 ASAMBLĂRI PRIN ŞTIFTURI ŞI BOLŢURI.

4.3.1 Ştifturi cilindrice. Dimensiuni (STAS 1599, ISO 2338, DIN EN 22388).

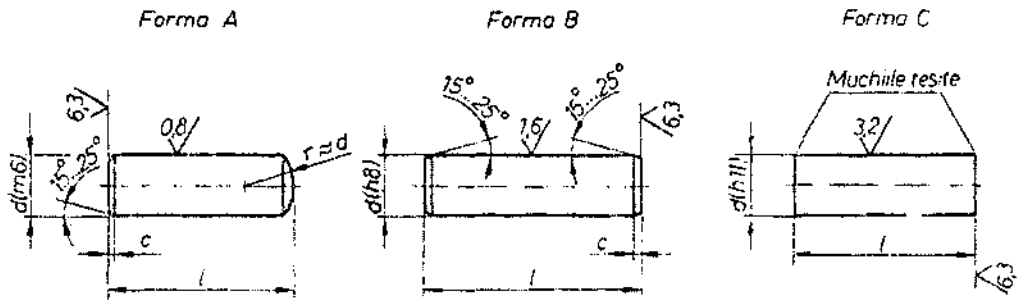


Fig.4.10

Tabelul 4.17

d			5	6	8	10	12	16	20
Forma	A	r	6	6	10	10	16	16	20
	B	f_{max}	0,8	1	1,2	1,6	1,6	2	2,5
	C		-	-	-	-	-	-	-
l (j$_s$15)			20-100	20-120	20-160	22-160	25-160	30-280	40-280

Observaţii: Lungimi tipizate : 20, (22), 25, (28), 30, (32), 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, (125), 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280.
Material: Pentru ştifturi netratate termic E355 SR EN 10025.
Notare: denumirea, forma, diametrul, lungimea, STAS, material.
Exemplu: Ştift B 6 x 45 STAS 1599 / E355.

4.3.1.1 Ştifturi cilindrice. Abateri limită.

Tabelul 4.18

Forma ştiftului	Abateri limită la diametrul d	
	ştift	alezaj
A	m 6	H 7
B	h 8	H 8
C	h 11	H 11

4.3.2 Ştifturi conice (STAS 3436, ISO 2339, DIN EN 22339).

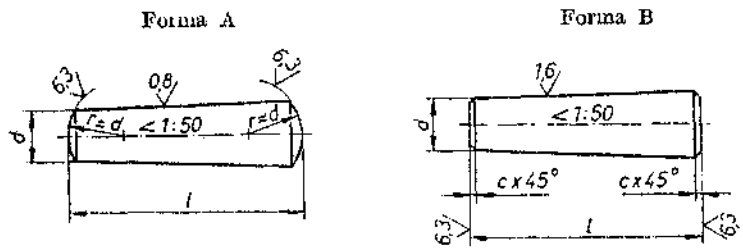


Fig.4.11

Tabelul 4.19

d(h10)	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
c_{max}	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	1,6	2	2,5
l(j$_s$15)	10 ... 35	10 ... 35	12 ... 45	14 ... 55	20 60	25 ... 90	25 ... 130	30 ... 160	35 ... 180	40 ... 200	45 ... 200

Observații: Lungimi tipizate: 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120 200.
Toleranțele unghiului conului sunt AT8, pentru forma A, și AT 10, pentru forma B, conform STAS 10120.
Notare: denumirea, forma, diametrul, lungimea, STAS, material.
Material: C45E SR EN 10083.
Exemplu: Știft conic B 12 x 45 STAS 3436 / C45E.

4.3.3 Bolțuri cu cap (STAS 5754-1, ISO 2341, DIN EN 22341).

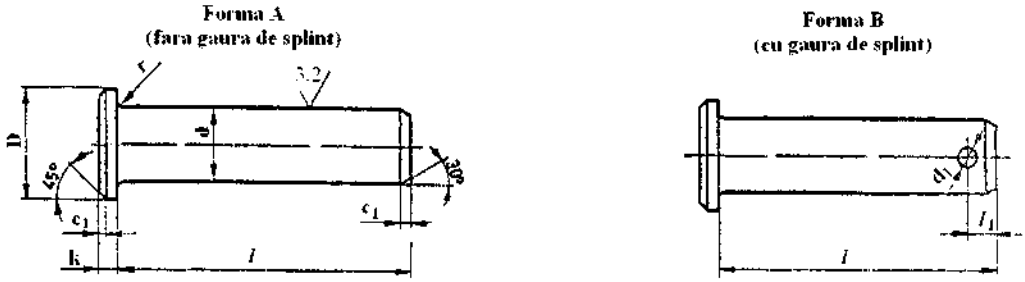


Fig.4.12

Tabelul 4.20

d(h11)	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
D(h14)	5	6	8	10	14	18	20	22	25	28	30
k	1	1	1,6	2	3	4	4	4	4,5	5	5
c_1	0,5	0,5	1	1	1	1	1,6	1,6	1,6	1,6	2
r	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1
c_{max}	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4
d_1(H13)	0,8	1	1,2	1,6	2	3,2	3,2	4	4	5	5
l_1	1,6	2,2	2,9	3,2	3,5	4,5	5,5	6	6	7	8
l(j_s15)	6 ... 30	8 ... 40	10 ... 50	12 ... 60	16 ... 80	20 ... 100	25 ... 120	30 ... 140	35 ... 160	40 ... 180	45 ... 200

Observații: Lungimi tipizate: 6, 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, (95), 100, (105), 110, (115), 120, (125), 130, 140,... ...200.
Notare: denumirea, forma, diametrul, lungimea, STAS
Material: S355 sau E355 SR EN 10025.
Exemplu: Bolț B 10 x 50 STAS 5754/1 / S355.
Bolțuri cu cap mic STAS 5754/2 sau DIN EN 22341.
Bolțuri fără cap STAS 5756 sau DIN EN 22340.

4.3.4 Șaibă prelucrată pentru bolțuri (STAS 5974, DIN 125).

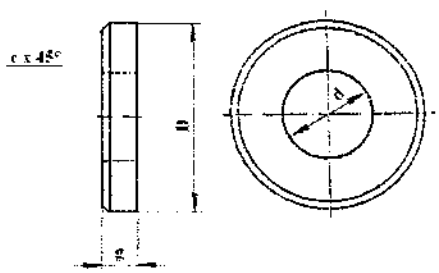


Fig.4.13

Tabelul 4.21

d (D 11)	D (H 13)	g (h 14)	c	Diametrul bolţului
3	6	0,8	0,2	3
4	8	0,8	0,2	4
5	10	0,8	0,2	5
6	12	1,5	0,4	6
8	16	2	0,5	8
10	20	2,5	0,6	10
12	25	3	0,8	12
14	28	3	0,8	14
16	28	3	0,8	16
18	30	4	1	18
20	32	4	1	20

Observaţii: Se admite executarea şaibelor cu abateri limită G 6 la diametrul d, şi se indică în notare
Material: S235 SR EN 10025.
Notare: denumirea, diametrul d, (abateri limită G 6), STAS
Exemplu: Şaibă 10 G6 STAS 5974.

4.4 ŞPLINTURI (STAS 1991; DIN 94).

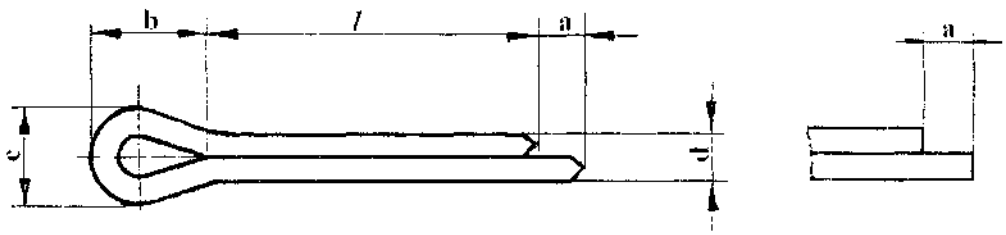


Fig.4.14

Tabelul 4.22

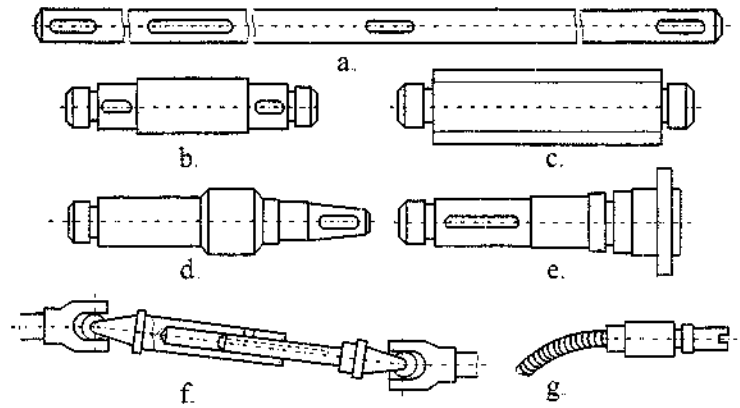
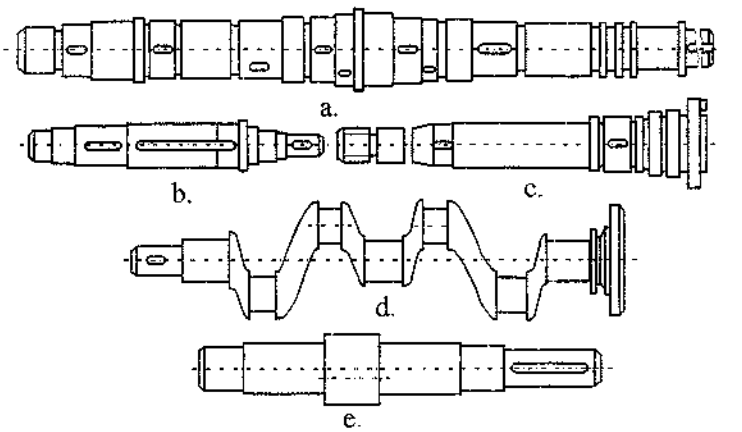
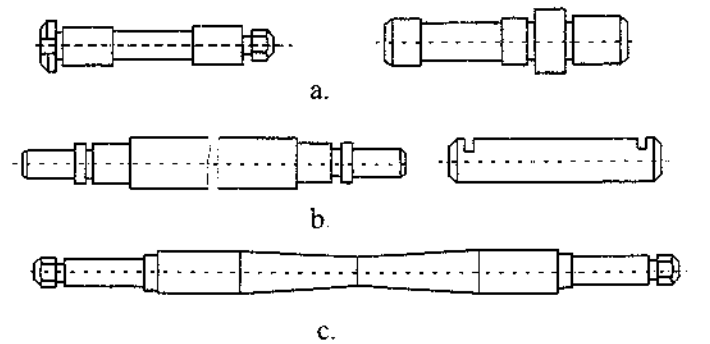
Diametrul nominal			2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10
d			1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5
a_{max}			2,5	2,5	3,2	4	4	4	4	6,5
b			4	5	6,4	8	10	12,6	16	20
c_{min}			3,2	4	5,1	6,5	8	10,3	13,1	16,6
c_{max}			3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19
l			10 ... 40	12 ... 50	14 ... 63	18 ... 80	22 ... 90	32 ... 125	40 ... 160	45 ... 200
Diametrele recomandate ale pieselor	piese filetate	peste	7	9	11	14	20	27	39	56
		până la	9	11	14	20	27	39	56	80
	axe de articulaţii	peste	6	8	9	12	17	23	29	44
		până la	8	9	12	17	23	29	44	69

Observaţii: Lungimi tipizate: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200.
Material: S185 sau S235 SR EN 10025.
Notare: denumirea, diametrul nominal, lungimea, STAS.
Exemplu: Şplint 6,3 x 36 STAS 1991.

5. OSII ŞI ARBORI.

5.1 CLASIFICAREA OSIILOR ŞI ARBORILOR.

Tabelul 5.1

CLASIFICAREA OSIILOR ŞI ARBORILOR	
ARBORI DE TRANSMISIE	
a) arbori netezi **b) arbori în trepte** **c) arbori canelaţi** **d) arbori cu pinion** **e) arbori cu semicuplă** **f) arbori cardanici** **g) arbori flexibili**	
ARBORI SPECIALI	
a) arbori de turbină **b) arbori de motoare electrice** **c) arbori principali** **d) arbori cotiţi** **e) arbori cu excentric**	
OSII	
a) osii la transmisii prin curea , roţi dinţate etc. **b) osii de ascensor etc.** **c) osii la maşini de transportat etc.**	

5.2 RAZE DE RACORDARE. TEŞITURI. DEGAJĂRI.

5.2.1 Raze de racordare şi teşituri. Valori tipizate.

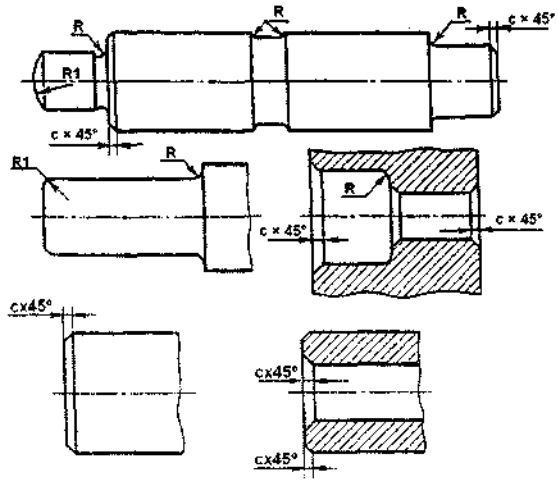


Fig.5.1

Tabelul 5.2

Raze de racordare R , R_1 şi teşituri c													
Şirul	1	0,10	-	-	-	-	-	0,40	-	0,60	-	1,0	-
	2	0,10	-	-	0,20	-	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,0	1,2
	1	1,6	-	2,5	-	4,0	-	6,0	-	10	-	16	-
	2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12	16	20
	1	25	-	40	-	60	-	100	-	160	-	250	-
	2	25	32	40	50	60	80	100	125	160	200	250	-

Observaţii: Valorile recomandate pentru teşituri, în funcţie de diametrul arborelui, sunt:

d, mm	< 10	10 ... 15	15 .. 30	30 ... 45	45 ... 70	70 ... 100
c , mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3

5.2.2 Raze de racordare la asamblarea butucilor pe arbori.

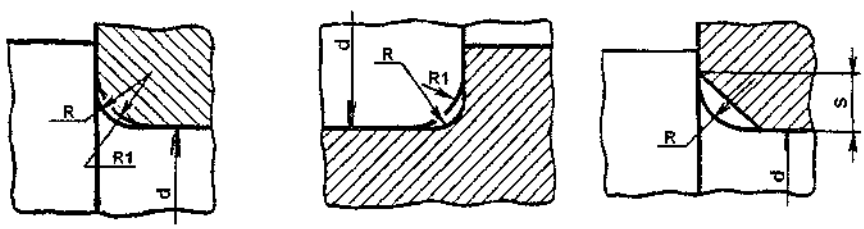


Fig.5.2

Tabelul 5.3

Diametrul arborelui d	10 18	20 28	30 36	48 68	70 100	105 150	155 200	210 250
R	0,6	1,5	2	2,5	3	4	5	6
R_1	1	2	2,5	3	4	5	6	8

Observaţie: s = 1,2.R

5.2.3 Rezemarea butucilor pe arbori.

Tabelul 5.4 a

d	r_{max}	f
18 ... 30	1,6	$2,0^{+0,4}$
30 ... 50	2,0	$2,5^{+0,4}$
50 ... 80	2,5	$3,0^{+0,4}$
80 ... 120	3,0	$4,0^{+0,4}$

Observație: t = (1,3 ... 1,5).f

Tabelul 5.4 b

d	b	r	d_1
10 ... 50	3	1,0	d – 0,5
50 ... 100	5	1,6	d - 1
> 100	8	2,0	
	10	3,0	

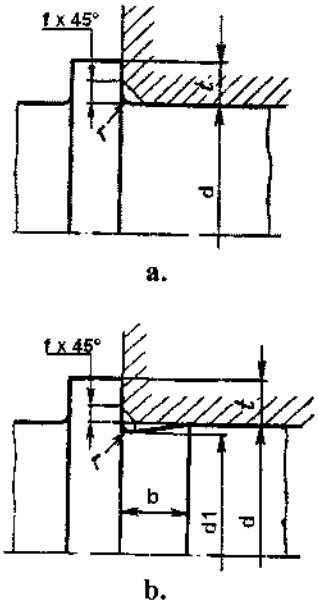


Fig.5.3

5.2.4 Racordări eliptice.

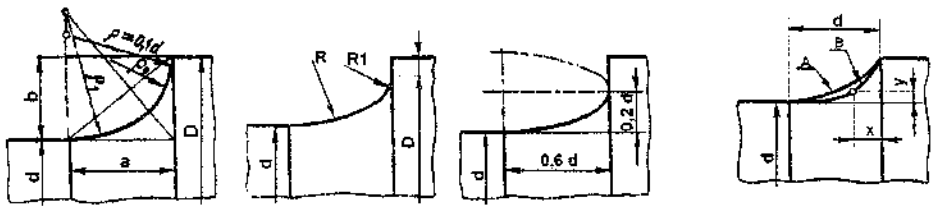


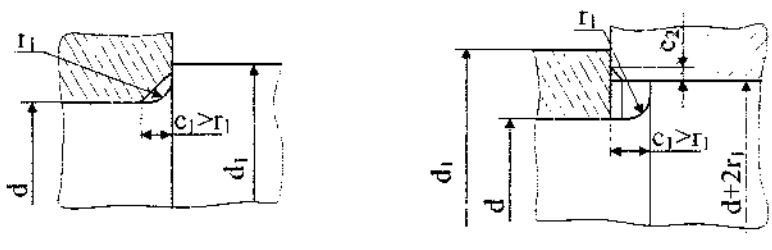
Fig.5.4

Tabelul 5.5

x / d	0	0,005	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,30	0,50	1,00
y/d σ_i - B	0,232	0,183	0,163	0,138	0,110	0,078	0,049	0,021	0,008	0
y/d τ_t - A	0,203	0,157	0,139	0,119	0,100	0,077	0,052	0,018	0,007	0

Observație: R = d ; R_1 = 0,1.d ; D = 1,3.d ; $\rho_1 > \rho_2$

5.2.5 Raze de racordare la montarea butucilor pe arbori.



a. b.

Fig.5.5

Tabelul 5.6

d	12 ... 19	20 ... 28	30 ... 48	50 ... 75	80 ... 125	130...180	190...320
r_1	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
c_1	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
d_1	$d + 2c_1 + (3 ... 5)$ mm – fig.5.5,a $d + 2r_1 + 2c_2 + (3... 5)$ mm – fig.5.5,b						

Observaţie: Valorile pentru c_1 pot fi mărite cu + 0,5 mm; razele de racordare r_1 pot fi reduse cu – 0,5 mm; $c_2 = 1,5 ... 2,5$ mm.

5.2.6 Raze de racordare şi umeri pentru montarea rulmenţilor pe arbori.

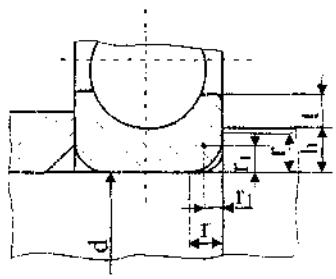


Fig.5.6

Tabelul 5.7 a

r	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
$r_1 \leq$	0,3	0,6	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5	3
h ≥	1.0	2,5	3,0	3,5	4,5	5,0	6,0	7,0	9,0

Tabelul 5.7 b

d	- 15	15 50	50 100	100 -
t ≥	1,0	2,0	2,5	3,0

5.2.7 Degajări la arbori şi alezaje rectificaţi cilindric şi frontal (DIN 509).

Tabelul 5.8

Diametrul arborelui d	**b**	**Rectificare exterioară**	**Rectificare interioară**	**h**	**R**	**R_1**
		d_1	**d_2**			
≤ 10	1	d - 0,3	d + 0,3	0,2	0,3	0,2
	1,6				0,5	0,3
	2	d - 0,5	d + 0,5	0,3		
> 10 ... ≤ 50	3				1	0,5
> 50 ... ≤ 100	5	d - 1	d + 1	0,5	1,6	
> 100	8				2	1
	10				3	

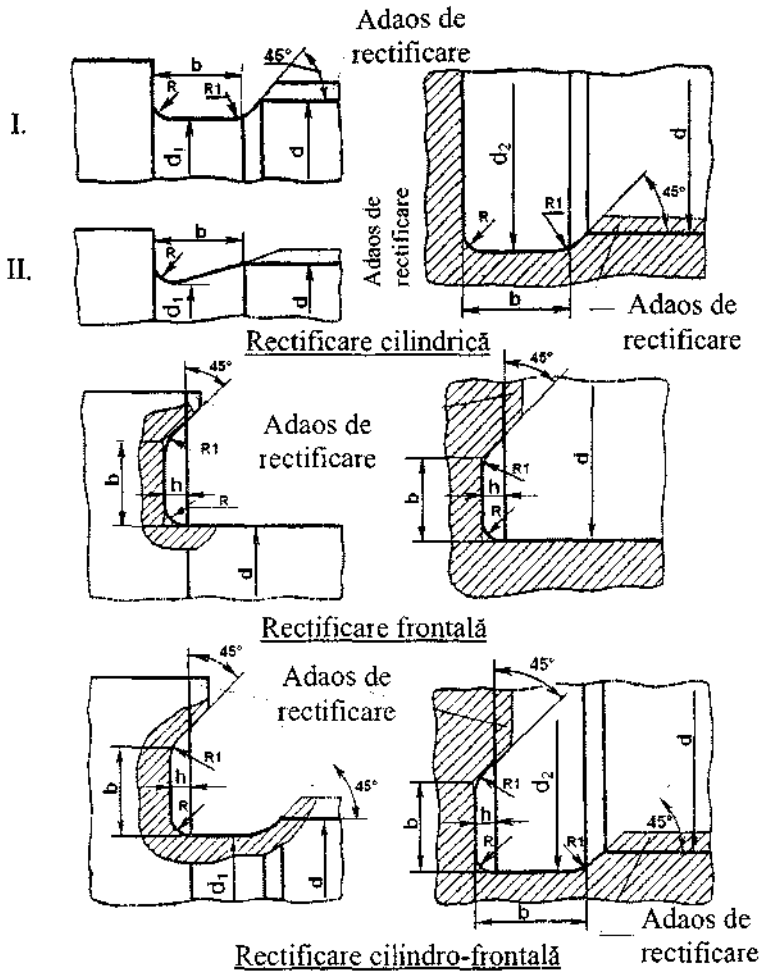


Fig. 5.7

5.2.8 Degajare pentru montarea rulmenților pe arbori.

Tabelul 5.9

r	0,2 ... 0,8	1,0 ... 2,0	2,5 ... 3,5	4,0 ...6,0
b	2	3	5	8

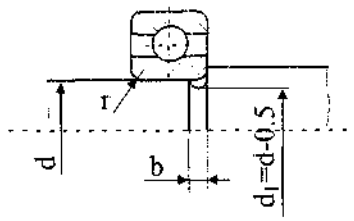


Fig.5.8

5.2.9 Degajări de rectificare la suprafețe plane.

Tabelul 5.10

b	h	R
2	1,6	0,5
3	2	1,0
5	3	1,6

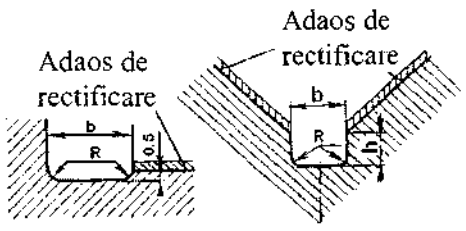
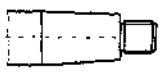
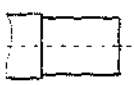
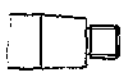


Fig.5.9

5.3 CAPETE DE ARBORI.

5.3.1 Capete de arbore cilindrice şi conice – tipuri de execuţie (STAS 8724/1, ISO/R775).

Tabelul 5.11

Capete de arbore (capete de cuplare)				Reprezentare
Seria	**Tipul**	**Diametre nominale**	**Standard**	
Lungă	Cilindrice	6 ... 630	STAS 8724/2	
	Conice C = 1:10 , cu filet exterior	6 ... 630	STAS 8724/4	
	Conice C = 1:10 , cu filet interior	12 ... 125	STAS 8724/4	
Scurtă	Cilindrice	10 ... 630	STAS 8724/2	
	Conice C = 1:10 , cu filet exterior	16 ... 220	STAS 8724/4	
	Conice C = 1:10 , cu filet interior	16 ... 125	STAS 8724/4	

5.3.2 Capete de arbore cilindrice – dimensiuni (STAS 8724/2, ISO/R 775, DIN 748 T 1).

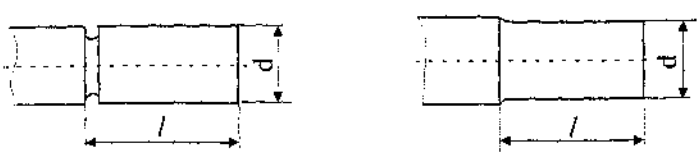


Fig.5.10

Tabelul 5.12

d		l		d		l	
nominal	abateri limită*	seria		nominal	abateri limită*	seria	
		lungă	scurtă			lungă	scurtă
10	+0,007 -0,002	23	20	38		80	58
11				40	+0,018 +0,002	110	82
12	+0,008 -0,003	30	25	42			
14				45			
16		40	28	48			
18				50			
19				55			
20		50	36	56			
22	+0,009 -0,004			60		140	105
24				63	+0,030 +0,011		
25		60	42	65			
28				70			
30		80	58	71			
32	+0,018			75			
35	+0,002			80		170	130

Observație: *Abaterile limită din tabel corespund câmpurilor de toleranță de mai jos:
$d \leq 30\ mm$ - j6 ; $32 \leq d < 50\ mm$ - k6 ; $d \geq 50\ mm$ - m6

5.3.3 Capete de arbore – momente nominale transmisibile (STAS 8724/3).

Tabelul 5.13

Diametrul capătului de arbore d, mm	Momentul transmisibil M_t, N.m			Diametrul capătului de arbore d, mm	Momentul transmisibil M_t, N.m		
	a	*b*	*c*		*a*	*b*	*c*
10	-	1,85	0,875	**38**	425	200	92,5
11	-	2,58	1,22	**40**	487	236	112
12	-	3,55	1,65	**42**	560	280	132
14	-	6,00	2,80	**45**	710	355	170
16	-	9,75	4,50	**48**	850	450	212
18	-	14,5	6,70	**50**	950	515	243
19	-	17,5	8,25	**55**	1280	730	315
20	-	21,2	9,75	**56**	1360	775	355
22	-	29	13,6	**60**	1650	975	462
24	-	40	18,5	**63**	1900	1150	545
25	-	46,2	21,2	**65**	2120	1280	600
28	-	69	31,5	**70**	2650	1700	800
30	206	87,5	40	**71**	2720	1800	825
32	250	109	50	**75**	3250	2120	1000
35	325	150	69	**80**	3870	2650	1250

Observații: Coloana *a* – capăt de arbore solicitat de un moment de torsiune pur, momentul de încovoiere fiind neglijabil;
Coloana *b* – capăt de arbore solicitat simultan de un moment de torsiune și un moment încovoietor, ambele de mărime cunoscută;
Coloana *c* – capăt de arbore solicitat de un moment de torsiune de mărime cunoscută și un moment de încovoiere de mărime necunoscută.

Valorile momentelor transmisibile din tabelul 5.13 sunt valabile în cazul folosirii unor oţeluri cu rezistenţa de rupere la tracţiune R_m = 500 ... 600MPa;

În cazul utilizării unor oţeluri cu $R_m \neq 500$ ... 600 MPa capătul de arbore se va alege din tabelul 5.13 pentru un moment de torsiune corectat: $M_{tc} = M_t / k$; $k = R_{m\,real} / 550$.

5.3.4 Capete de arbore conice C = 1:10 (STAS 8724/4, ISO/R 775, DIN 1448 T 1).

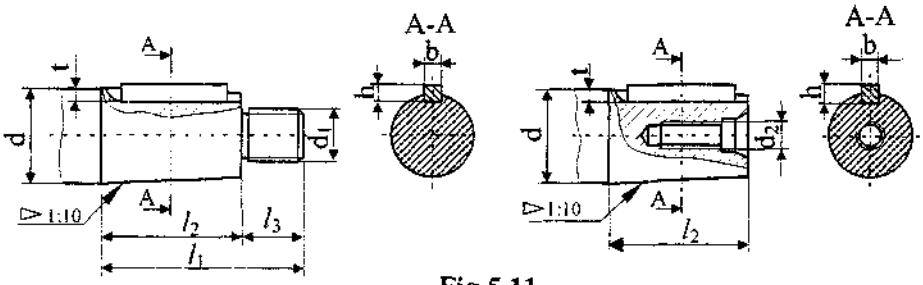


Fig.5.11

Tabelul 5.14

d	l_1		l_2		l_3	d_1	d_2	bxh	t*	
	lung	scurt	lung	scurt					lung	scurt
10	23	-	15	-	8	M6	-	-	-	-
11								2x2	1,6	
12	30		18		12	M8x1	M4		1,7	
14								3x3	2,3	
16									2,5	2,2
18	40	28	28	16	12	M10x1,25	M5	4x4	3,2	2,9
19										
20									3,4	3,1
22	50	36	36	22	14	M12x1,25	M6	5x5	3,9	3,6
24										
25	60	42	42	24	18	M16x1,5	M8		4,1	
28										
30	80	58	58	36	22	M20x1,5	M10		4,5	3,9
32						M20x1,5		6x6	5,0	4,4
35						M20x1,5				
38						M24x2	M12			
40	110	82	82	54	28	M24x2		10x8	7,1	6,4
42						M24x2				
45						M30x2	M16	12x8		
48						M30x2				
50						M36x3				
55						M36x3	M20	14x9	7,6	6,9
56						M36x3				
60	140	105	105	70	35	M42x3		16x10	8,6	7,8
63										
65										
70						M48x3	M24	18x11	9,6	8,8
71										
75										
80	170	130	130	90	40	M56x4	M30	20x12	10,8	9,8

* Cota t este stabilită astfel încât în planul normal pe axa capătului de arbore, situat la jumătatea lungimii l_2, să se realizeze adâncimea canalului de pană prevăzut în STAS 1004 pentru pana prescrisă.

5.3.5 Proiectarea constructivă a arborilor.

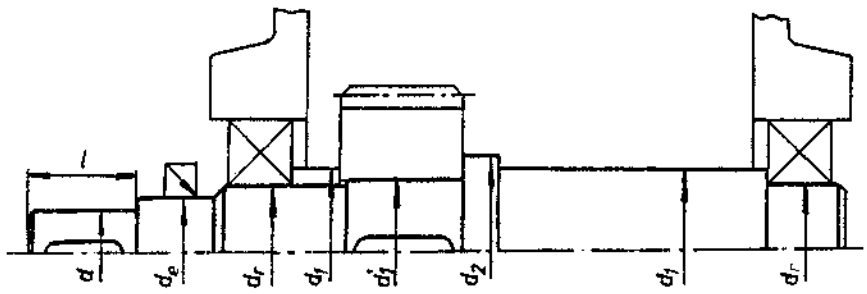


Fig.5.12

d x ℓ - dimensiunile capătului de arbore conform STAS 8724/3 , 8724/2 sau 8724/4;

$d_e = d + 3 \ldots 5$ mm $\Rightarrow d_{e\,STAS}$ - diametrul tipizat al etanşării;

$d_r = d_{e\,STAS} + 3 \ldots 5$ mm $\Rightarrow d_{r\,STAS}$ - diametrul tipizat al rulmentului; STAS 6671 – toleranţe şi ajustaje de montaj;

d_1 - conform STAS 6603 dimensiuni de montaj rulmenţi; $d_1' = d_{r\,STAS} + 3 \ldots 5$ mm - se va rotunji la o valoare din şirul R_a 40 (STAS 75);

$d_2 = d_1' + 5 \ldots 10$ mm - pentru a asigura o bună rezemare axială a roţii dinţate (şirul R_a 40);

În unele situaţii diametrele $d_e = d_r$, dar având câmpuri diferite de toleranţe;

Lungimile tronsoanelor respective se stabilesc constructiv la proiectare.

5.3.6 Şaibe pentru asamblarea cu şurub a pieselor pe capete de arbore cilindrice (STAS 8621).

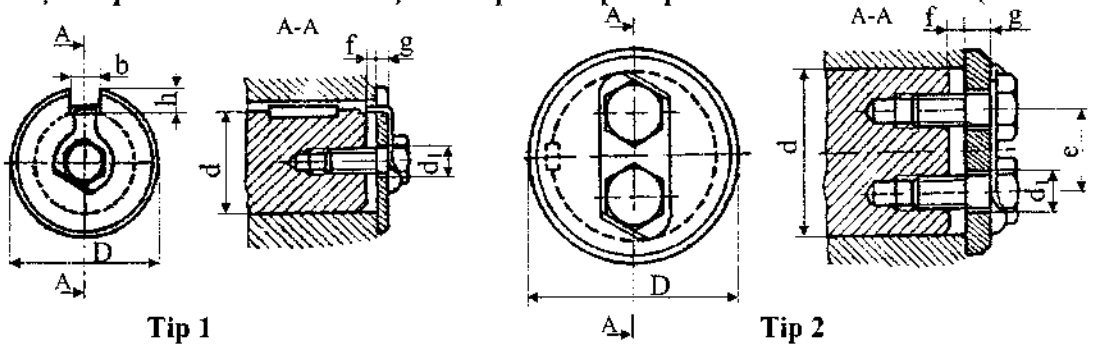


Fig.5.13

Tabelul 5.15

d	D max	g	b	h	Şurub			d_1	e	f max
					filet	lungime	număr			
16-20	28	2	5	5	M 6	16	1	7	-	3
20-28	36	2,5	8	7						
28-35	45	3,5	10	8	M 8	20	2	9	20	4
35-40	50	6	-	-					20	
40-45	55	6							20	
45-50	60	6							25	
50-60	70	8			M 12	30		14	30	5
60-70	80	8							36	
70-80	90	10							40	

Observaţie: Şaibele cu un alezaj se folosesc pentru capete de arbore cu d ≤ 28 mm, iar cele cu două alezaje pentru d >28 mm.

5.3.6.1 Şaibe pentru asamblarea cu şurub a pieselor pe capete de arbore cilindrice.

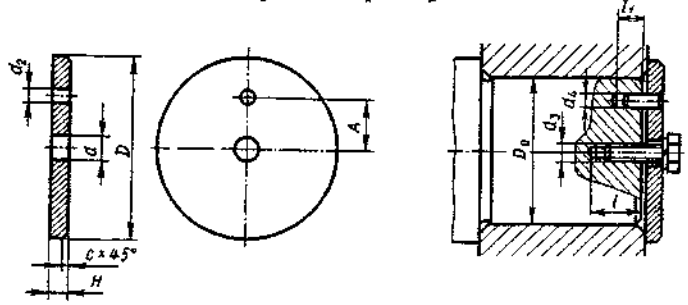


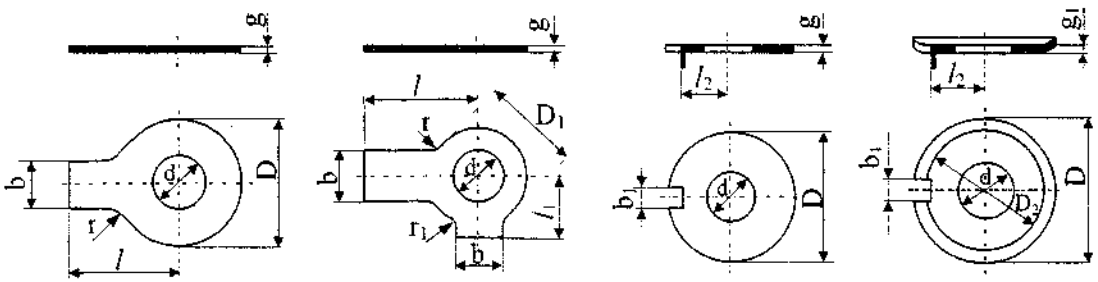
Fig.5.14

Tabelul 5.16

D	H	A	d	d_2	c	D_0	d_3	d_4*	l	l_1
32		9				24...28				
36		10				28...32				
40	5	10	6,6	4,5	1,0	32...36	M6x16	Ø4x12	18	12
45		12				36...40				
50		16				40...45				
56		16				45...50				
63		20				50...55				
67		20				55...60				
71	6	25	9,0	5,5	1,6	60...65	M8x20	Ø5x16	22	16
75		25				65...70				
85		28				70...75				

* Ajustajul ştift / arbore este K7/m6.

5.3.7 Şaibe de siguranţă pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore cilindrice (STAS 2241/2).



Forma A **Forma B** **Forma C** **Forma D**

Fig.5.15

Tabelul 5.17

Filet	d_1	D	D_1	D_2	b	b_1	g	g_1	l	l_1	l_2	r	r_1
M4	4,3	14	9	10	5	2,5	0,4	0,5	14	6,5	5,5	2,5	2,5
M5	5,3	17	10	13	6	3,5	0,5	1	16	8	7	2,5	2,5
M6	6,4	19	12,5	11	7	3,5	0,5	1	18	9	7,5	4	4
M8	8,4	22	17	16	8	3,5	0,8	1,6	20	11	8,5	4	4
M10	10,5	26	21	20	10	4,5	0,8	1,6	22	13	10	6	4
M12	13	30	21	24	12	4,5	1	1,6	28	15	12	10	6

Observaţie: Forma A (DIN 93), forma B (DIN 463), forma C (DIN 432).

5.3.7.1 Şaibe de siguranţă pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore cilindrice.

Tabelul 5.18

Filet	d	H	B	r	e	g
M8	8,4	40	16	4	20	0,8
		45			25	
M12	13	57	22	10	30	1
		63			36	
		67			40	
		72			45	

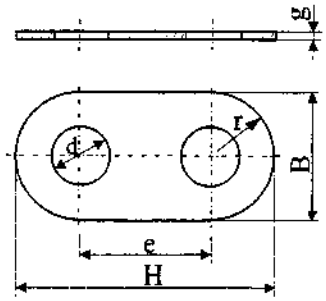


Fig.5.16

5.3.8 Şaibe pentru asamblarea pieselor pe capete de arbore conice (STAS 9893).

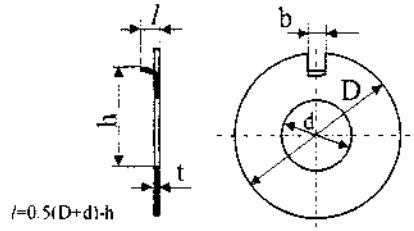


Fig.5.17

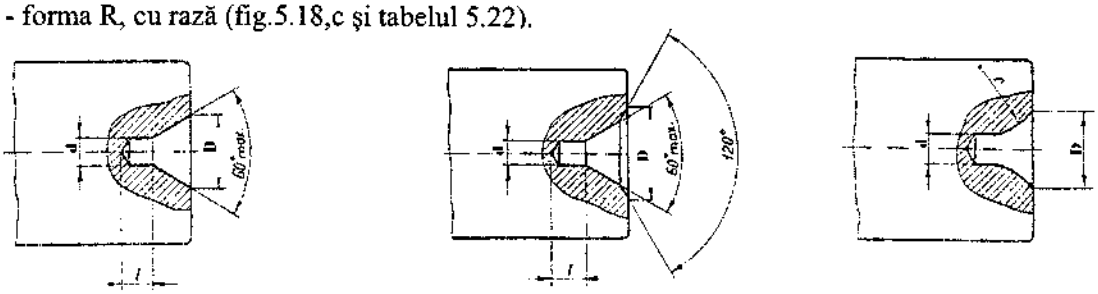
Tabelul 5.19

Capăt de arbore conic STAS 8724-4		d	D		b	h	g
			Forma				
d	filet		A	B			
11	M6 x 1	6,4	22	19	1,8	8,5	0,5
12	M8 x 1	8,4	26	22		10	
14					2,7	11	
16	M10x1,25	11	32	26		13,5	
18					3,5	14,5	
19						15	
20	M12x1,25	13	40	32		16,5	1,0
22						18	
24					4,5	19	
25	M16x1,5	17	45	40		21	
28						22,5	
30	M20 x 1,5	21	50	45		25	
32					5,5	26	
35						27,5	
38	M24 x 2	25	63	50		31	
40					9,5	32	
42							1,6
45	M30 x 2	32	75	63	11,5	39	
48							
50	M36 x 3	38	88	75		43	
55					13,5	46	
56							
60	M42 x 3	44	94	88	15,5	51	
63						52	
65						53	

5.4 GĂURI DE CENTRARE (STAS 1361, DIN 332 T1, ISO 6411).

5.4.1 Găuri de centrare lise. Forme şi dimensiuni.

- forma A, fără con de protecţie (fig.5.18,a şi tabelul 5.20);
- forma B, cu con de protecţie (fig.5.18,b şi tabelul 5.21);
- forma R, cu rază (fig.5.18,c şi tabelul 5.22).



a) b) c)

Fig.5.18

Forma A **Tabelul 5.20**

d	(0,5)	(0,63)	(0,8)	1,0	(1,25)	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	(5,0)	6,3	(8,0)	10,0
l min.	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	2,0	2,5	3,1	3,9	5,0	6,3	8,0	10,1	12,8
D	1,06	1,32	1,70	2,12	2,65	3,25	4,25	5,30	6,70	8,50	10,6	13,2	17	21,2

Observaţie Găurile de centrare cu diametrul d între paranteze se vor evita pe cât posibil.

Forma B **Tabelul 5.21**

d	1,0	(1,25)	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	(5,0)	6,3	(8,0)	10,0
l min.	1,3	1,6	2,0	2,5	3,1	3,9	5,0	6,3	8,0	10,1	12,8
D	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	18	22,4	28

Observaţie: Găurile de centrare cu diametrul d între paranteze se vor evita pe cât posibil.

Forma R **Tabelul 5.22**

d		1,0	(1,25)	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	(5,0)	6,3	(8,0)	10,0
D		2,12	2,65	3,35	4,25	5,3	6,7	8,5	10,6	13,2	17	21,2
r	min.	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0
	max.	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0	31,5

Observaţii: Găurile de centrare cu diametrul d între paranteze se vor evita pe cât posibil.
Cota r corespunde razei de racordare a burghiului (STAS 1114-2).

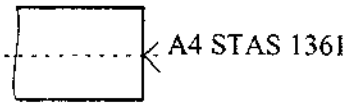
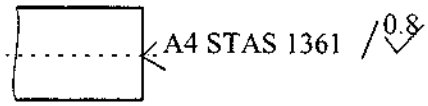
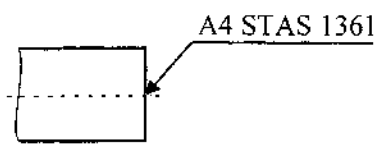
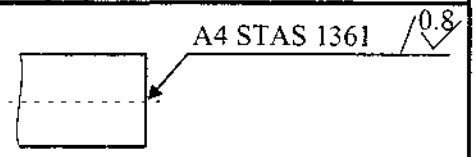
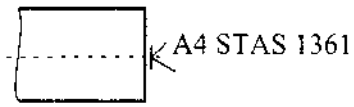
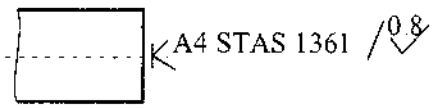
5.4.2 Recomandări de alegere a mărimii găurii de centrare.

Tabelul 5.23

Diametrul găurii de centrare d , în mm	Diametrul piesei prelucrate mm
0,5 ; 0,63 ; 0,8	peste 2 ... 6
1,0 ; 1,25	peste 6 ... 16
1,6 ; 2,0	peste 16 ... 32
2,5 ; 3,15	peste 32 ... 56
4,0 ; 5,0	peste 56 ... 80
6,3 ; 8,0	peste 80 ... 120
10,0	peste 120

5.4.3 Simbolizarea găurilor de centrare pe desen.

Tabelul 5.24

Rugozitatea pe partea conică funcțională max. R_a 3,2	Rugozitatea pe partea conică funcțională R_a 0,8
Gaura de centrare trebuie să rămână pe piesă	
	
Gaura de centrare poate să rămână pe piesă	
	
Gaura de centrare nu trebuie să rămână pe piesă	
	

5.4.4 Dimensiunile simbolurilor.

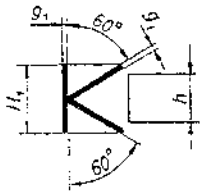


Fig.5.19

Tabelul 5.25

Înălțimea cifrelor și a literelor majuscule h	3,5	5	7	10
Grosimea liniei simbolurilor g_1	0,35	0,5	0,7	1
Grosimea liniei scrierii g	h/10			
Înălțimea H_1	5	7	10	14

5.4.5 Notare.

Notarea unei găuri de centrare cuprinde: denumirea , simbolul formei (A, B sau R), diametrul nominal d și STAS 1361.

De exemplu o gaură de centrare forma B, cu diametrul d = 4 mm:

Gaură de centrare B 4 STAS 1361.

5.5 INELE ELASTICE DE REZEMARE.

5.5.1 Inele elastice excentrice pentru arbori (STAS 5848/2, DIN 471).

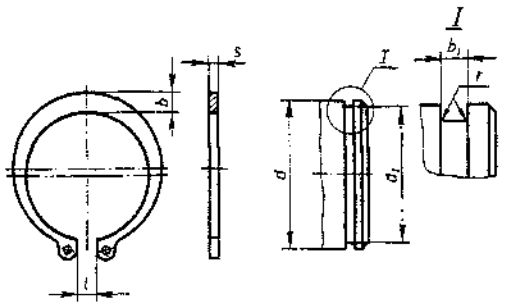


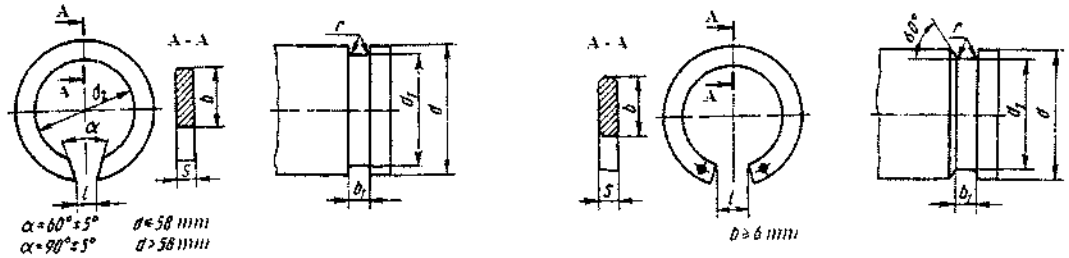
Fig.5.20

Tabelul 5.26

Diametrul arborelui d	Canal în arbore			Inel elastic		
	d_1	b_1	r	s	b	l
20	19,0	1,4	0,1	1,2	2,6	3
22	21,0				2,8	
24	22,9				3,0	
25	23,9					
26	24,9			1,7	3,1	
28	26,6	1,75			3,2	
29	27,6				3,4	
30	28,6				3,5	
32	30,3				3,6	
34	32,3				3,8	
35	33,0		0,2		3,9	6
36	34,0				4,0	
37	35,0				4,1	
38	36,0				4,2	
40	37,5				4,4	
42	39,5				4,5	
45	42,5				4,7	
48	45,5				5,0	
50	47,0	2,15		2,0	5,1	
52	49,0				5,2	
55	52,0				5,4	
56	53,0				5,5	
58	55,0				5,6	
60	57,0				5,8	
62	59,0				6,0	
65	62,0	2,65	0,3	2,5	6,3	
68	65,0				6,5	
70	67,0				6,6	
72	69,0				6,8	
75	72,0				7,0	

Observaţii: Notare: Inel elastic 30 STAS 5848/2.
Material: oţel de arc DIN 17221 sau EN 89

5.5.2 Inele elastice concentrice pentru arbori.



Forma A **Forma B**

Fig.5.21

Tabelul 5.27

Diametrul arborelui d	Inel elastic				Canal în arbore			Forța admisă, KN
	d_2	s	b	l	d_1	b_1	r	
20	18,2	1,2	3,2	5,0	18,6	1,4	0,1	10,4
22	20,2				19,6			11,5
23	21,1				21,5			12,5
24	22,1				22,5			13,4
25	23,1				23,5			14,0
26	24,0		4,0	6,0	24,5			14,5
28	25,8				26,5			15,7
29	26,8				27,5			16,6
30	27,8				28,5			16,9
32	29,5				30,2			21,6
34	31,4				32,2			22,0
35	32,2		5,0		33,0	1,9	0,2	26,2
36	33,0			8,0	34,0			26,9
37	34,0				35,0			27,7
38	35,0	1,7			36,0			28,4
40	36,5				37,5			38,2
42	38,5				39,5			39,0
45	41,5				42,5			42,0
46	42,5				43,5			43,0
48	44,5				45,5			45,0
50	45,8	2,0	6,0		47,0			55,9
52	47,8				49,0	2,2		58,3
54	49,8				51,0			60,5
55	50,8				52,0			61,7
56	51,8				53,0			62,9
58	53,8				55,0			65,1
60	55,8			10,0	57,0			67,5
62	57,8				59,0			69,8
65	60,8	2,5	7,0		62,0			73,3
68	63,6				65,0	2,8	0,3	76,7
70	65,6				67,0			79,0
72	67,6				69,0			81,3
75	70,6				72,0			84,8

Observații: Notare: Inel A 30; Material - oțel de arc cromat DIN 17221 sau EN 89.

5.5.3 Inele elastice excentrice pentru alezaje (STAS 5848/3, DIN 472).

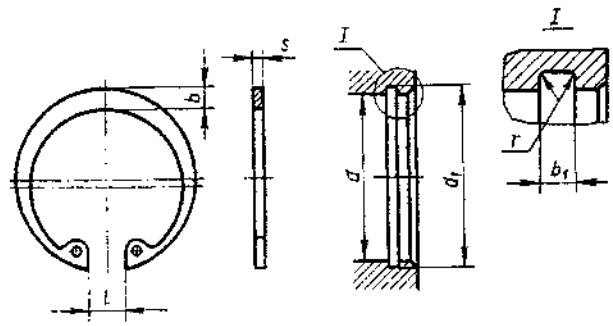


Fig.5.22

Tabelul 5.28

Diametrul alezajului d	Canal în alezaj			Inel elastic		
	d_1	b_1	r	s	b	l
40	42,5	1,85	0,2	1,75	3,9	12
42	44,5				4,1	
45	47,5				4,3	14
46	48,5				4,4	
47	49,5				4,4	
48	50,5				4,5	
50	53,0	2,15		2,0	4,6	
52	55,0				4,7	
54	57,0				4,7	16
55	58,0				5,1	
56	59,0				5,1	
58	61,0				5,2	
60	63,0				5,4	
62	65,0				5,5	
65	68,0	2,65		2,5	5,8	
68	71,0				6,1	
70	73,0				6,2	
72	75,0				6,4	18
75	78,0				6,6	
78	81,0				6,8	
80	83,5				7,0	
82	85,5				7,0	
85	88,5	3,15		3,0	7,2	20
88	91,5				7,4	
90	93,5				7,6	
92	95,5				7,8	
95	98,5				8,1	
98	101,5				8,3	
100	103,5				8,4	

Observații: Notare: Inel elastic 50 STAS 5848/3.
Material - oțel de arc DIN 17221 sau EN 89.

5.5.4 Inele elastice concentrice pentru alezaje.

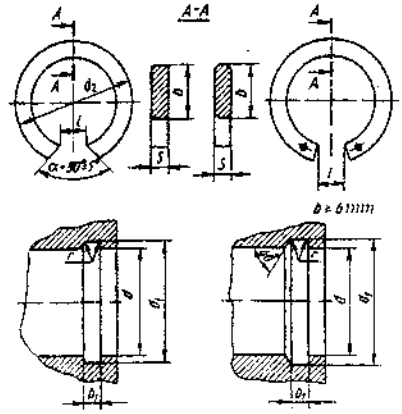


Fig.5.23

Tabelul 5.29

Diametrul alezajului d	Inel elastic				Canal în alezaj			Forţa admisă, KN
	d_2	s	b	l	d_1	b_1	r	
40	43,5	1,7	4,0	12,0	42,5	1,9	0,2	39,7
42	45,5				44,5			42,2
45	48,5			14,0	47,5			44,4
46	49,5				48,5			44,8
47	50,6				49,5			46,3
48	51,6				50,5			47,3
50	54,2				53,0			59,5
52	56,2		5,0	16,0	55,0			61,7
54	58,2				57,0			63,5
55	59,2				58,0			65,2
56	60,2				59,0			66,2
58	62,2				61,0			68,2
60	64,2				63,0			71,1
62	66,2				65,0			73,3
65	69,2				68,0			76,7
68	72,5				71,0			80,2
70	74,5				73,0			82,6
72	76,5			18,0	75,0			84,8
75	79,5				78,0			88,3
78	82,5	2,0	6,0		81,0	2,2		91,7
80	85,5				83,5			109,9
82	87,5				85,5			112,7
85	90,5			20,0	88,5			116,7
88	93,5				91,5			120,7
90	95,5				93,5			123,4
92	97,5				95,5			126,4
95	100,5				98,5			130,9
98	103,5				101,5			13,8
100	105,5	2,5	7,0	22,0	103,5	2,8	0,3	136,8

Observaţii: Notare: Inel A 30;
Material: oţel de arc cromat DIN 17221 sau EN 89.

5.6 VERIFICAREA ARBORILOR ŞI OSIILOR.

5.6.1. Verificarea arborilor la solicitări compuse.

Se face în secţiunile periculoase cu relaţiile:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3(\alpha \cdot \tau_t)^2} \le \sigma_{ai\,III}$$

sau:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 4(\alpha \cdot \tau_t)^2} \le \sigma_{ai\,III}$$

unde: $\sigma = \sigma_i + \sigma_{t(c)}$; $\sigma_i = \frac{M_i}{W_z}$; $\sigma_{t(c)} = \frac{4F_a}{\pi\, d^2}$; $\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$

5.6.1.1 Valorile coeficientului α.

Tabelul 5.30

Variaţia tensiunii de încovoiere	Variaţia tensiunii de torsiune	Tensiunea admisibilă	Coeficientul α
Alternant simetric	Constant (I)	$\sigma_{ai\,I}$	$\alpha = \sigma_{ai\,III}/\sigma_{ai\,I}$
	Pulsator(II)	$\sigma_{ai\,II}$	$\alpha = \sigma_{ai\,III}/\sigma_{ai\,II}$
	Alternant simetric(III)	$\sigma_{ai\,III}$	$\alpha = \sigma_{ai\,III}/\sigma_{ai\,III} = 1$

5.6.1.2 Tensiuni admisibile la predimensionarea osiilor şi arborilor.

Tabelul 5.31

Materialul	Rezistenţa de rupere R_m (MPa)	Tensiunea admisibilă la încovoiere σ_{ai} [MPa]		
		static $\sigma_{ai\,I}$	pulsator $\sigma_{ai\,II}$	alternant simetric $\sigma_{ai\,III}$
Oţel nealiat pentru construcţii	400	130	70	40
	500	170	75	45
	600	200	95	55
	700	230	110	65
Oţel aliat	800	270	130	75
	900	330	150	90
Oţel turnat	400	100	50	30
	500	120	70	40
Fontă cu grafit lamelar*	400	65	35	25

Observaţie: * - la fonte se utilizează limita de rupere la încovoiere.

5.6.2 Verificarea la rezistenţă a osiilor.

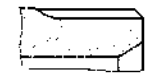
Tabelul 5.32

Felul osiei	Relaţii de calcul
Osii fixe	$c = \frac{R_{p0.2\,i}}{\sigma_{i\,max}} \ge 2{,}5$ sau: $c = \frac{R_{mi}}{\sigma_{i\,max}} \ge 4$
Osii rotitoare	Verificarea la oboseală: $c = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\beta_{k\sigma}}{\varepsilon_\sigma \cdot \gamma_\sigma}} \ge 2{,}5 \ldots 3$

5.6.3 Verificarea arborilor la oboseală.

5.6.3.1 Forma generală a concentratorilor de tensiuni $\beta_{k\sigma}$ ($\beta_{k\tau}$).

Tabelul 5.33

Tipul concentratorului	Forma	Tipul concentratorului	Forma	Tipul concentratorului	Forma
Găuri înfundate		Canale circulare dreptunghiulare		Canale de pană	
		Canale circulare rotunde			
		Trepte ascuțite		Caneluri	
Găuri străpunse		Degajări		Danturi	
				Danturi frontale	
Găuri filetate		Trepte		Suduri	
		Filete		Marcaje (striuri)	

5.6.3.2 Calculul coeficienților de siguranță la oboseală la arbori.

Tabelul 5.34

Metoda de schematizare	Relațiile de calcul	
Soderberg	Materiale ductile	$c_\sigma = \dfrac{1}{\dfrac{\beta_{k\sigma}}{\varepsilon_\sigma \cdot \gamma_\sigma}\cdot\dfrac{\sigma_v}{\sigma_{-1}} + \dfrac{\sigma_m}{R_m}}$
	Materiale tenace	$c_\sigma = \dfrac{1}{\dfrac{\beta_{k\sigma}}{\varepsilon_\sigma \cdot \gamma_\sigma}\cdot\dfrac{\sigma_v}{\sigma_{-1}} + \dfrac{\sigma_m}{R_{p0,2}}}$

Tabelul 5.34 - continuare

Serensen-Kinasoşvili	$\frac{\sigma_v}{\sigma_m} > (\alpha_\sigma - \Psi)(1-\alpha_\sigma)$ $\frac{\sigma_v}{\sigma_m} < (\alpha_\sigma - \Psi)(1-\alpha_\sigma)$	$c_\sigma = \frac{1}{\frac{\beta_{k\sigma}}{\varepsilon_\sigma \cdot \gamma_\sigma} \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma_{-1}} + \frac{\Psi \cdot \sigma_m}{R_m}}$ $c_\sigma = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_m + \sigma_v}$ $c_\sigma = \frac{R_m}{\frac{\beta_{k\sigma} \cdot \xi}{\varepsilon_\sigma \cdot \gamma_\sigma} \cdot \sigma_v + \sigma_m}$

Observaţii: Pentru solicitarea de răsucire, σ se înlocuieşte cu τ;

$$\Psi = \frac{2\sigma_{-1} - \sigma_0}{\sigma_0} \; ; \quad \xi = \frac{2R_m}{\sigma_0} - 1 \; ; \quad \alpha_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{R_{p0.2}} ;$$

$c = \frac{c_\sigma \cdot c_\tau}{\sqrt{c_\sigma^2 + c_\tau^2}} \geq c_a = 1{,}5 \ldots 2{,}5$; c - coeficientul de siguranţă global; c_a-coeficientul de siguranţă admisibil.

5.6.3.3 Coeficienţi de asimetrie a ciclului de solicitare.

Pentru tensiuni normale: $R_\sigma = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$

Pentru tensiuni tangenţiale: $R_\tau = \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}}$

Valoarea medie şi amplitudinea ciclului de solicitare:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{(1+R_\sigma)\cdot\sigma_{max}}{2} \; ; \; \tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} = \frac{(1+R_\tau)\cdot\tau_{max}}{2}$$

$$\sigma_v = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{(1-R_\sigma)\cdot\sigma_{max}}{2} \; ; \; \tau_v = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} = \frac{(1-R_\tau)\cdot\tau_{max}}{2}$$

Valorile coeficienţilor de asimetrie pentru diverse cicluri de solicitare sunt următoarele:

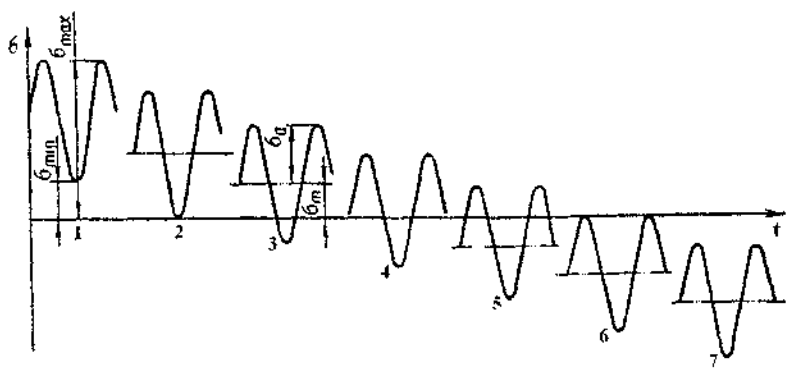
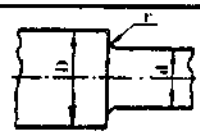
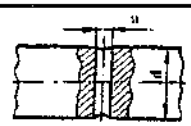
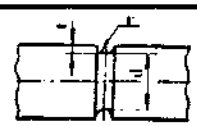
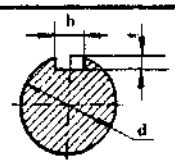
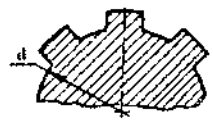
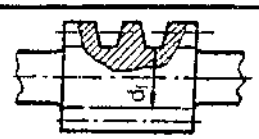
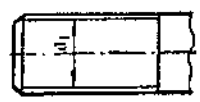
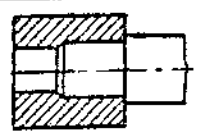


Fig.5.24

1) $0 < R_\sigma < 1$; 2) $R_\sigma = 0$; 3) $-1 < R_\sigma < 0$; 4) $R_\sigma = -1$; 5) $-\infty < R_\sigma < -1$; 6) $-\infty$; 7) $1 < R_\sigma < \infty$.

5.6.3.4 Valorile coeficienților efectivi de concentrare $\beta_{k\sigma}$ și $\beta_{k\tau}$.

Tabelul 5.35

Tipul concentratorului	Schița	Rezistența de rupere R_m [MPa]			
		≤ 700	≥ 1000	≤ 700	≥ 1000
		$\beta_{k\sigma}$		$\beta_{k\tau}$	
Rază de racordare (D/d = 1,25 ... 2) **r/d = 0,02** **r/d = 0,06** **r/d = 0,10**		2,50 1,85 1,60	3,50 2,00 1,64	1,80 1,40 1,25	2,10 1,53 1,35
Gaură transversală (a/d = 0,05 ... 0,25)		1,90	2,00	1,75	2,00
Degajare (t = r) **r/d = 0,02** **r/d = 0,06** **r/d = 0,10**		1,90 1,80 1,70	2,35 2,00 1,85	1,40 1,35 1,25	1,70 1,65 1,50
Canal de pană		1,75	2,00	1,50	1,90
Caneluri dreptunghiulare		1,60	1,75	2,45	2,80
Caneluri în evolventă (arbore pinion)		1,60	1,75	1,50	1,60
Arbore melcat		2,30	2,50	1,70	1,90
Filet		1,80	2,40	1,20	1,50
Asambiare presată cu: p > 20 [MPa]		2,40	3,60	1,80	2,50

5.6.3.5 Valorile factorilor dimensionali ε_σ şi ε_τ.

Tabelul 5.36

Starea tensională şi materialul arborelui	Diametrul arborelui d , mm							
	15	20	30	40	50	70	100	120
	ε_σ şi ε_τ							
Încovoiere (oţeluri de construcţii)	0,95	0,92	0,88	0,85	0,81	0,76	0,70	0,61
Încovoiere (oţeluri aliate) şi Torsiune (toate oţelurile)	0,87	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59	0,52

5.6.3.6 Valorile coeficientului de calitate a suprafeţei γ ($\gamma_\sigma \approx \gamma_\tau$).

Tabelul 5.37

Felul prelucrării suprafeţei	Rezistenţa de rupere R_m(MPa)	Pentru arbori :		
		neted	cu $\beta_{k\tau} = 1,5$	cu $\beta_{k\tau} = 1,6$-2
Strunjire	800 – 1200	1,0	1,0	1,0
Rectificare	800 – 1200	1,1 – 1,2	-	-
Călire CIF*	600 – 800	1,5 – 1,7	1,6 – 1,7	2,4 – 2,8
	800 – 1200	1,3 – 1,5	-	-
Nitrurare	900 – 1200	1,1 – 1,25	1,5 – 1,7	1,7 - 2,1
Cementare	700 – 800	1,4 – 1,5	-	-
	1000 – 1200	1,2 – 1,3	2,0	-
Ecruisare cu bile	600 - 1500	1,1 – 1,25	1,5 – 1,6	1,7 – 2,1

Observaţie: * Eficacitatea călirii este micşorată la arbori cu dimensiuni mari.

5.6.3.7 Valorile raportului $\beta_{k\sigma}/\varepsilon_\sigma$ la asamblările presate.

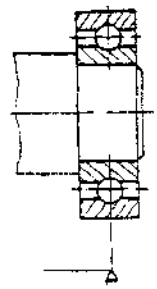
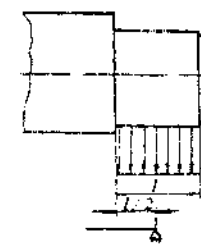
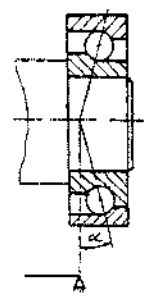
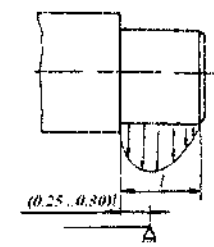
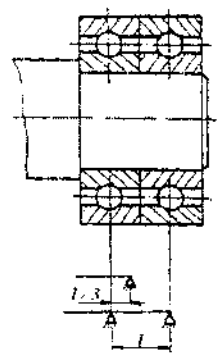
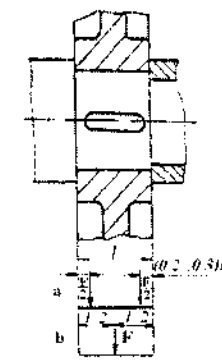
Tabelul 5.38

Diametrul arborelui d(mm)	Ajustajul presat	Valorile $\beta_{k\sigma}/\varepsilon_\sigma$ pentru R_m(MPa):						
		500	600	700	800	900	1000	1200
30	H7/r6	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,25
	H7/k6	1,9	2,05	2,25	2,45	2,6	2,8	3,2
	H7/h6	1,6	1,8	1,95	2,10	2,3	2,45	2,75
50	H7/r6	3,05	3,35	3,65	3,95	4,3	4,6	5,2
	H7/k6	2,3	2,5	2,75	3,0	3,2	3,45	3,9
	H7/h6	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4
≥ 100	H7/s6	3,3	3,6	3,95	4,25	4,6	4,9	5,6
	H7/k6	2,45	2,7	2,95	3,2	3,45	4,0	4,2
	H7/h6	2,15	2,35	2,55	2,75	3,0	3,2	3,7

5.7 VERIFICAREA LA DEFORMAŢII.

5.7.1 Stabilirea punctelor de aplicaţie a reacţiunilor din reazemele arborilor.

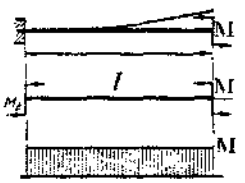
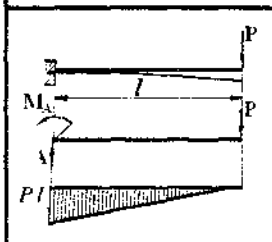
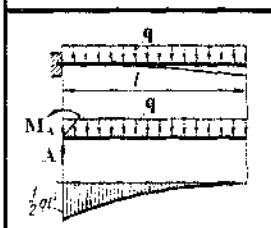
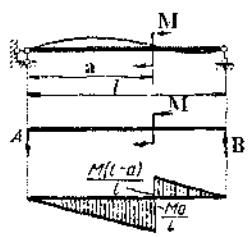
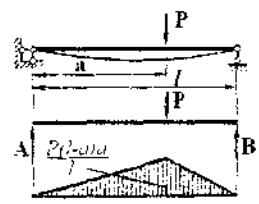
Tabelul 5.39

Cazul real	Schematizarea	Cazul real	Schematizarea
Arbore montat pe rulmenţi radiali sau radial oscilanţi Se consideră arborele ca o grindă pe reazeme rigide		Arbore montat în lagăre cu alunecare cu fusuri scurte Se consideră fusuri scurte dacă $\ell / d = 0{,}25 \ldots 0{,}75$	
Arbore montat pe rulmenţi radial - axiali Punctul de reazem este situat în centrul de presiune al rulmentului		Arbore montat în lagăre cu alunecare cu fusuri lungi Se consideră fusuri lungi dacă: $\ell / d > 0{,}75$	
Arbore montat pe rulmenţi în tandem Cea mai mare parte a sarcinii este preluată de rulmentul interior		Interacţiunea dintre arbore şi butucul pieselor montate pe el Schematizarea b introduce simplificări importante, fără a denatura sensibil rezultatele calculului; Schematizarea a se recomandă pentru calcule mai precise	

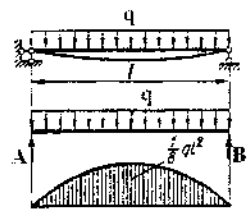
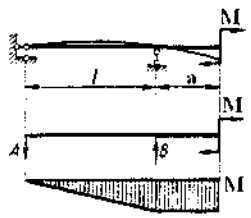
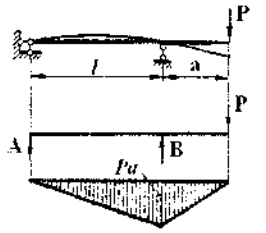
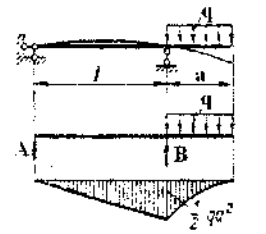
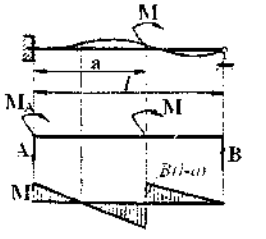
Observaţie: În calcule mai precise arborele se consideră ca o grindă pe mai multe reazeme elastice cu deformare radială.

5.7.2 Expresiile $M_{i\,max}$, f_{max} şi α_{max} pentru câteva cazuri uzuale de rezemare şi încărcare.

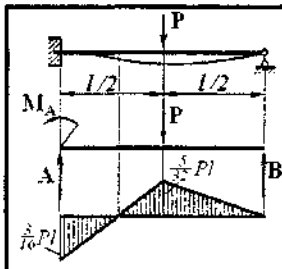
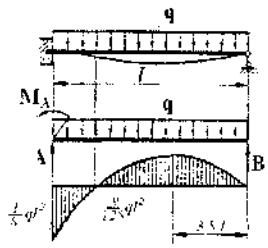
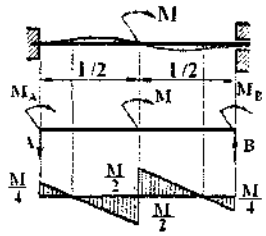
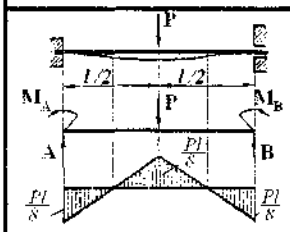
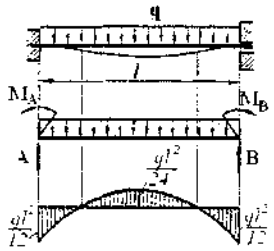
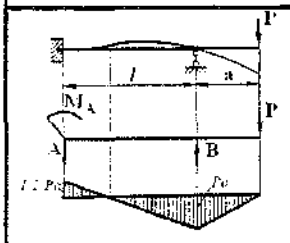
Tabelul 5.40

Schema de rezema-re şi încărcare	Reacţiuni şi momente pe reazeme	Momentul maxim M_{max}	Săgeata maximă f_{max} şi unghiul de rotire maxim α_{max}
	$M_A = M$	$M_{max} = M$	$f_{max} = \frac{M \cdot \ell^2}{2E \cdot I}$ $\alpha_1 = 0\,;\, \alpha_2 = \frac{M \cdot \ell}{E \cdot I}$
	$A = P$ $M_A = P \cdot \ell$	$M_{max} = P \cdot \ell$	$f_{max} = -\frac{P \cdot \ell^3}{3E \cdot I}$ $\alpha_1 = 0\,;\, \alpha_2 = -\frac{P \cdot \ell^2}{2E \cdot I}$
	$A = q \cdot \ell$ $M_A = \frac{1}{2} q \cdot \ell^2$	$M_{max} = \frac{1}{2} q \cdot \ell^2$	$f_{max} = -\frac{q \cdot \ell^4}{8E \cdot I}$ $\alpha_1 = 0\,;\, \alpha_2 = -\frac{q \cdot \ell^2}{6E \cdot I}$
	$A = B = \frac{M}{\ell}$	$M_{max} = \frac{M}{2}$	$f = \frac{M}{2E \cdot I}[-\frac{x^3}{3\ell} + (x-a)^2 + +(2a - \frac{2}{3}\ell - \frac{a^2}{\ell})\ x]$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{M \cdot \ell}{24E \cdot I}$ pentru $a = \frac{\ell}{2}$
	$A = P\frac{(\ell - a)}{\ell}$ $B = P\frac{a}{\ell}$	$M_{max} = \frac{P \cdot \ell}{4}$ pentru: $a = \frac{\ell}{2}$	$f_{max} = -\frac{P \cdot \ell^3}{48E \cdot I}$ pentru: $a = \frac{\ell}{2}$ $\alpha_1 = -\frac{P \cdot \ell^2}{16E \cdot I}$

Tabelul 5.40 - continuare

	$A = B = \frac{1}{2} q \cdot \ell$	$M_{max} = \frac{1}{8} q \cdot \ell^2$	$f_{max} = -\frac{5q \cdot \ell^4}{384E \cdot I}$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{q \cdot \ell^2}{24E \cdot I}$
	$A = B = \frac{M}{\ell}$	$M_{max} = M$ pentru : $\ell \le x \le \ell + a$	$f = \frac{M}{6E \cdot I}\left[x \cdot \ell - \frac{x^3}{\ell} + \right.$ $\left. + \frac{(x-\ell)^3}{\ell}\right]$ $\alpha_1 = \frac{M \cdot \ell}{6E \cdot I}$
	$A = P\frac{a}{\ell}$ $B = P\frac{(a+\ell)}{\ell}$	$M_{max} = P \cdot a$	$f = \frac{P}{6E \cdot I}[a \cdot \ell \cdot x -$ $-\frac{a \cdot x^3}{\ell} + \frac{(a+\ell)(x-\ell)^3}{\ell}]$ $\alpha_1 = \frac{1}{6}\frac{P \cdot a \cdot \ell}{E \cdot I}$
	$A = \frac{1}{2} q \frac{a^2}{\ell}$ $B = q\left(\frac{2a^2}{\ell} + a\right)$	$M_{max} = \frac{1}{2} q \cdot a^2$	$f = \frac{q}{24E \cdot I}[a^2 \cdot \ell \ x -$ $-\frac{a^2 \ x^3}{\ell} + 2(\frac{2a^2}{\ell} + a) \cdot$ $\cdot (x-\ell)^3 - \frac{1}{2}(x-\ell)^4]$ $\alpha_1 = \frac{1}{12}\frac{q \cdot a^2 \cdot \ell}{E \cdot I}$
	$A = B = \frac{3M \cdot a}{2}$ $\frac{(2\ell - a)}{\ell^3}$ $M_A = M(3\frac{a}{\ell} -$ $-\frac{3}{2}\frac{a^2}{\ell^2} - 1)$	$M_{max} = M$ pentru : $a = \ell$	$f = \frac{M}{E \cdot I}[-\frac{a(2\ell - a) \cdot x^3}{4\ell^3} +$ $+(3\frac{a}{\ell} - \frac{3}{2}\frac{a^2}{\ell^2} - 1)\frac{x^2}{2} +$ $+\frac{(x-a)^2}{2}]$ $\alpha_1 = 0$ $\alpha_2 = \frac{M}{E \cdot I}[(\ell - a) - \frac{\ell}{4} -$ $-\frac{3(\ell - a)^2}{4\ell}]$

Tabelul 5.40 - continuare

	$A = \frac{11}{16}P$ $B = \frac{5}{16}P$ $M_A = \frac{3}{16}P \cdot \ell$	$M_{max} = \frac{3}{16}P \cdot \ell$	$f_{max} = -0{,}0093\frac{P \cdot \ell^3}{E \cdot I}$ pentru : $x = 0{,}553\ell$ $\alpha_1 = 0$ $\alpha_2 = \frac{P \cdot \ell^2}{32E \cdot I}$
	$A = \frac{5}{8}q \cdot \ell$ $B = \frac{3}{8}q \cdot \ell$ $M_A = \frac{1}{8}q \cdot \ell^2$	$M_{max} = \frac{1}{8}q \cdot \ell^2$	$f_{max} = -\frac{q \cdot \ell^4}{185E \cdot I}$ pentru : $x = 0{,}597\ell$ $\alpha_1 = 0$ $\alpha_2 = \frac{q \cdot \ell^3}{48E \cdot I}$
	$A = B = \frac{3}{2}\frac{M}{\ell}$ $M_A = M_B = \frac{M}{4}$	$M_{max} = \frac{M}{2}$	$f_{max} = \frac{M \cdot \ell^2}{216E \cdot I}$ pentru : $x = \frac{\ell}{3}$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$
	$A = B = \frac{1}{2}P$ $M_A = M_B = \frac{1}{8}P \cdot \ell$	$M_{max} = \frac{1}{8}P \cdot \ell$	$f_{max} == \frac{P \cdot \ell^3}{192E \cdot I}$ pentru : $x = \frac{\ell}{2}$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$
	$A = B = \frac{1}{2}q \cdot \ell$ $M_A = M_B = \frac{1}{12}q \cdot \ell^2$	$M_{max} = \frac{1}{12}q \cdot \ell^2$	$f_{max} = -\frac{q \cdot \ell^4}{384E \cdot I}$ pentru : $x = \frac{\ell}{2}$ $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$
	$A = \frac{3}{2}\frac{P \cdot a}{\ell}$ $B = P\frac{(2\ell + 3a)}{2\ell}$ $M_A = \frac{1}{2}P \cdot a$	$M_{max} = P \cdot a$	$f_{max} = \frac{P \cdot a \cdot \ell^2}{27E \cdot I}$ pentru : $x = \frac{2}{3}\ell$ $\alpha_1 = \alpha_2 = -\frac{P \cdot a \cdot (\ell + 2a)}{4E \cdot I}$

5.7.3 Verificarea la deformaţii flexionale– valori admisibile pentru f_a şi α_a.

Tabelul 5.41

Factorii care limitează deformaţia la încovoiere	Deformaţia de încovoiere admisibilă	
	Săgeată f_a (mm)	**Înclinarea în lagăr α_a (rad)**
Repartizarea uniformă a presiunii pe toată lungimea fusurilor	$f_a \le \left(\frac{2}{10^4} \dots \frac{3}{10^4}\right) \cdot \ell$ ℓ - distanţa dintre reazeme f_a – săgeata maximă pentru arbori cu roţi dinţate	$\alpha_a \le 5 \cdot 10^{-3}$ -rulmenţi radiali cu bile $\alpha_a \le 5 \cdot 10^{-3}$ -rulmenţi oscilanţi cu bile $\alpha_a \le 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ -rulmenţi cu role cilindrice $\alpha_a \le 1{,}6 \cdot 10^{-3}$ -rulmenţi cu role conice $\alpha_a \le 1 \cdot 10^{-3}$ - lagăre cu alunecare $\alpha_a \le (1 \dots 2) \cdot 10^{-3}$ -roţi dinţate
Repartizarea uniformă a presiunii (sarcinii) pe lungimea dinţilor la roţile dinţate sau la melc	La roţile dinţate cilindrice : $f_a \le (0{,}01 \dots 0{,}03) \cdot m$ La arborele melcului : $f_a \le (0{,}005 \dots 0{,}01) \cdot m_x$ La roţi conice, hipoide, melcate şi globoidale : $f_a \le (0{,}003 \dots 0{,}007)$ m m – modulul danturii m_x – modulul axial al melcului f_a – săgeata admisibilă în dreptul roţilor	

5.7.4 Verificarea la deformaţii torsionale θ_a.

Rigiditatea torsională a arborilor se calculează cu relaţia:

$$\theta = \frac{M_t}{G \cdot I_p} \cdot \frac{180^0}{\pi} \le \theta_a [^0/m] \; ; \; M_t[N.m] \; ; \; G = 8 \cdot 10^{10}[Pa] \; ; \; I_p[m^4]$$

Tabelul 5.42

Tipul transmisiei	θ_a [^{0}/m]
Arbori de transmisie la poduri rulante şi macarale	0,25 ... 0,3
Arbori cardanici la autovehicule	3 ... 4
Arbori din reductoare şi cutii de viteze	0,5
Arborii mişcării de avans la maşini unelte	0,085

sau:

$\theta_a \le (15 \dots 25) \cdot 10^{-2}$ rad / m - pentru arborii diferenţialelor de autovehicule;

$\theta_a \le (40 \dots 55) \cdot 10^{-4}$ rad / m - pentru arborii mecanismelor de deplasare ale podurilor rulante;

$\theta_a \le 15 \cdot 10^{-4}$ rad / m - pentru arborii mişcări de avans de la maşinile-unelte.

Observaţie: Valorile admisibile θ_a se stabilesc numai în funcţie de destinaţia arborelui.

5.7.5 Arborele echivalent pentru calculul la deformaţii.

Pentru reducerea arborilor în trepte la secţiuni constante, la care verificarea la deformaţii nu ridică probleme, se folosesc relaţiile:

a) pentru solicitarea de încovoiere :

$$\ell_{i\,ech} = \ell_i \cdot \frac{d_{ech}^2}{d_i^2} \text{ - tronsoane cilindrice}$$

$$\ell_{con\,ech} = \ell_{con} \cdot \frac{3d_{ech}}{(d_3 - d_2)}\left(\sqrt[3]{\frac{d_{ech}}{d_2}} - \sqrt[3]{\frac{d_{ech}}{d_3}}\right) \text{ - tronsoane conice}$$

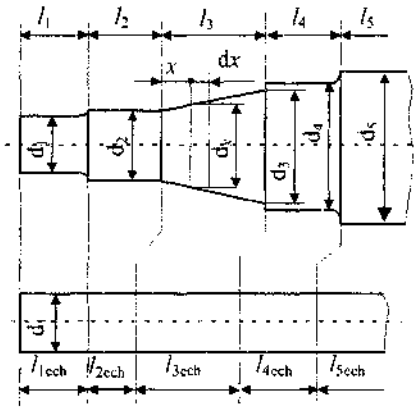


Fig.5.25

Observaţie: d_{ech} se poate lua diametrul ce predomină ca lungime pe arborele real, diametrul fusurilor, sau orice alt diametru între valorile minimă şi maximă ale arborelui real;

b) pentru solicitarea de torsiune:

$$\ell_{i\,ech} = \ell_i \left(\frac{d_{ech}}{d_i}\right)^4 \text{ - tronsoane cilindrice;}$$

$$\ell_{con\,ech} = \ell_{con} \frac{d_{ech}}{3(d_2 - d_1)}\left[\left(\frac{d_{ech}}{d_1}\right)^3 - \left(\frac{d_{ech}}{d_2}\right)^3\right] \text{ - tronsoane conice .}$$

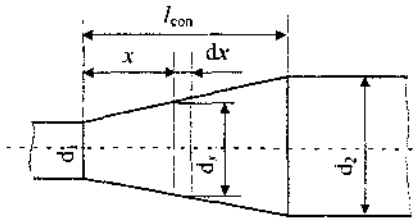


Fig.5.26

5.8 VERIFICAREA LA VIBRAŢII.

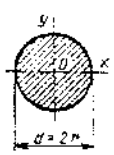
Tabelul 5.43

Vibraţii flexionale	
Turaţia critică n_{cr}	$n_{cr}=\frac{30\cdot\chi}{\pi}\sqrt{\frac{k_f}{m}}$; $n_{cr}=\frac{30\cdot\chi}{\pi}\sqrt{\frac{48E\cdot I}{m\cdot\ell^3}}$; $n_{cr}=\frac{30\cdot\chi}{\pi}\sqrt{\frac{g}{f_{st}}}$ $\chi = 1$ – pentru arbori care se rotesc liber în lagăre; $\chi = 1,3$ – pentru arbori încastraţi la ambele capete; $\chi = 0,9$ – pentru arbori cu o consolă; $k_f = m\cdot\omega^2(N/m)$ - rigiditatea flexională a arborelui; $m\,(kg \text{ sau } N\cdot s^2/m)$ - masa sistemului vibrant al arborelui; $g = 9,81(m/s^2)$ - acceleraţia gravitaţională; $f_{st}(m)$ – săgeata statică a arborelui.
Verificarea turaţiei critice	$n < n_{cr}$ - arbori rigizi $n > n_{cr}$ – arbori elastici Pentru evitarea rezonanţei se recomandă : $n \notin (0,85 \ldots 1,25)n_{cr}$
Vibraţii torsionale	
Turaţia critică n_{cr}	$n_{cr}\approx 30\sqrt{\frac{k_\theta}{I_a}}$ $I_a(N.s^2.m)$ – momentul de inerţie al arborelui inclusiv al pieselor montate pe el; $\frac{1}{k_\theta}=\frac{\Sigma\frac{\ell_i}{I_i}}{G}\left[\frac{N\cdot m}{rad}\right]$; k_θ – rigiditatea torsională; I_i, ℓ_i - momentul de inerţie şi lungimea secţiunii treptei i a arborelui.
Verificarea turaţiei critice	Pentru evitarea rezonanţei: $n >< n_{cr}$

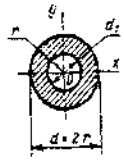
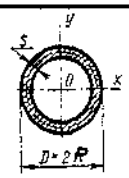
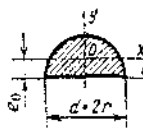
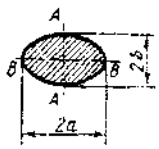
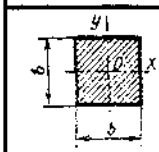
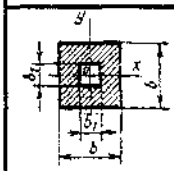
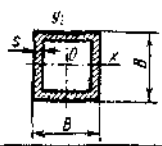
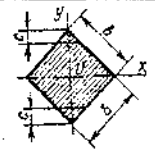
5.9 MOMENTE DE INERŢIE ŞI MODULE DE REZISTENŢĂ.

5.9.1 Momente de inerţie şi module de rezistenţă.

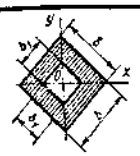
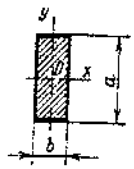
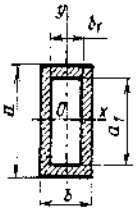
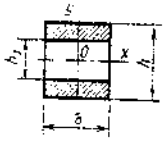
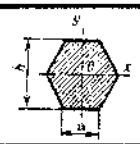
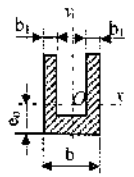
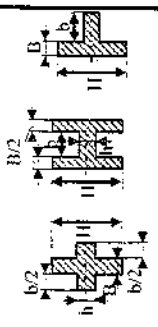
Tabelul 5.44

Secţiunea	Moment de inerţie I , mm^4	Modul de rezistenţă W , mm^3	Raza de inerţie i , mm
	$I_x = I_y = \frac{\pi\cdot d^4}{64}=\frac{\pi\cdot r^4}{5}$ $I_x = I_y \approx 0,05\cdot d^4$	$W_x = W_y = \frac{\pi\cdot d^3}{32}=\frac{\pi\cdot r^3}{4}$ $W_x = W_y \approx 0,1\cdot d^3$	$i_x = i_y = \frac{d}{4}=\frac{r}{2}$

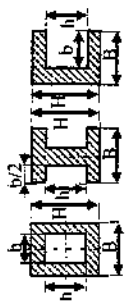
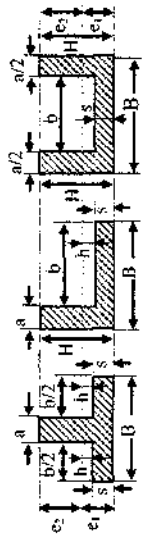
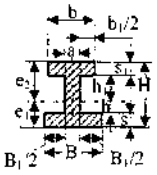
Tabelul 5.44 - continuare

	$I_x = I_y = \frac{\pi \cdot (d^4 - d_1^4)}{64} =$ $= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \cdot (1 - c^4)$ $I_x = I_y = \frac{\pi \cdot r^4}{4} \cdot (1 - c^4)$ $I_x = I_y \approx 0{,}05 \cdot d^4 \cdot (1 - c^4)$ $c = d_1 / d$	$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - c^4)$ $W_x = W_y \approx 0{,}1 \cdot d^3 \cdot (1 - c^4)$	$i_x = i_y = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{d^2 + d_1^2}$
	$I_x = I_y = \frac{\pi \cdot D^3 \cdot s}{8}$ $I_x = I_y = \pi \cdot R^3 \cdot s$ $s \le D/10$	$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot s}{4}$ $W_x = W_y = \pi \cdot R^2 \cdot s$	$i_x = i_y = \frac{D}{2\sqrt{2}} = 0{,}353 \cdot D$
	$I_x = 0{,}00686 \cdot d^4 \approx 0{,}11 \cdot r^4$ $I_y = \frac{\pi \cdot d^4}{128} \approx 0{,}25 \cdot d^4$ $e_0 = 4r / 3\pi \approx 0{,}424 \cdot r$	$W_x = 0{,}0239 \cdot d^3$ $W_y = \frac{\pi \cdot d^3}{64} \approx 0{,}05 \cdot d^3$	$i_x = i_{min} \approx 0{,}132 \cdot d$ $i_y = \frac{d}{4}$
	$I_x = \frac{\pi \cdot a \cdot b^3}{4} \approx 0{,}7854 \cdot a \cdot b^3$ $I_y = \frac{\pi \cdot a^3 \cdot b}{4} \approx 0{,}7854 \cdot a^3 \cdot b$	$W_x = \frac{\pi \cdot a \cdot b^2}{4} \approx 0{,}7854 \cdot a \cdot b^2$ $W_y = \frac{\pi \cdot a^2 \cdot b}{4} \approx 0{,}7854 \cdot a^2 \cdot b$	$i_x = \frac{b}{2}$ $i_y = \frac{a}{2}$
	$I_x = I_y = \frac{b^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{b^3}{6}$	$i_x = i_y = \frac{b}{\sqrt{12}} = 0{,}289 \cdot b$
	$I_x = I_y = \frac{b^4 - b_1^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{b^4 - b_1^4}{6 \cdot b}$	$i_x = i_y = 0{,}289 \cdot \sqrt{b^2 + b_1^2}$
	$I_x = I_y = \frac{2}{3} \cdot B^3 \cdot s$ $s < B/15$	$W_x = W_y = \frac{4}{3} \cdot B^2 \cdot s$	$i_x = i_y = \frac{B}{\sqrt{6}} = 0{,}408 \cdot B$
	$I_x = I_y = \frac{b^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{b^3}{6\sqrt{2}} = 0{,}118 \cdot b^3$ sau: $W_x = 0{,}124 \cdot b^3$ pentru: $c = \frac{\sqrt{2} \cdot b}{18}$	$i_x = i_y = 0{,}289 \cdot b$

Tabelul 5.44 - continuare

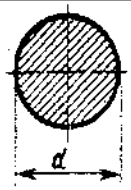
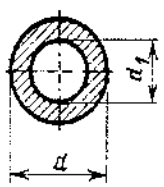
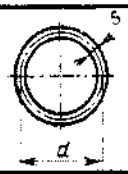
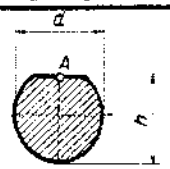
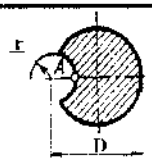
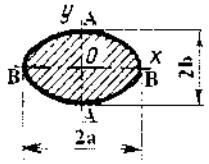
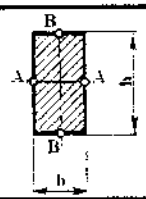
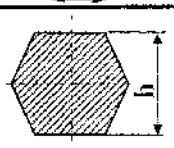
	$I_x = I_y = \frac{b^4 - b_1^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{b^4 - b_1^4}{6\sqrt{12} \cdot b}$	$i_x = i_y = 0{,}289\sqrt{b^2 - b_1^2}$
	$I_x = I_y = \frac{b \cdot a^3}{12}$ $I_y = \frac{a \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b\ a^2}{6}$ $W_y = \frac{a \cdot b^2}{6}$	$i_x = \frac{a}{\sqrt{12}} = 0{,}289\ a$ $i_y = \frac{b}{\sqrt{12}} = 0{,}289 \cdot b$
	$I_x = \frac{b \cdot a^3 - b_1 \cdot a_1^3}{12}$ $I_y = \frac{a \cdot b^3 - a_1 \cdot b_1^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot a^3 - b_1 \cdot a_1^3}{6 \cdot a}$ $W_y = \frac{a\ b^3 - a_1 \cdot b_1^3}{6 \cdot b}$	$i_x = \sqrt{\frac{b \cdot a^3 - b_1\ a_1^3}{12(b \cdot a - b_1 \cdot a_1)}}$ $i_y = \sqrt{\frac{a \cdot b^3 - a_1 \cdot b_1^3}{12(b\ a - b_1 \cdot a_1)}}$
	$I_x = \frac{b(h^3 - h_1^3)}{12}$ $I_y = \frac{b^3(h - h_1)}{12}$	$W_x = \frac{b(h^3 - h_1^3)}{6 \cdot h}$ $W_y = \frac{b^2(h - h_1)}{6}$	$i_x = \sqrt{\frac{h^2 + h\ h_1 + h_1^2}{12}}$ $i_y = 0{,}289\ b$
	$I_x = I_y = 0{,}06 \cdot h^4$ $I_x = I_y = 0{,}541\ a^4$	$W_x = 0{,}12 \cdot h^3 = 0{,}625 \cdot a^3$ $W_y = 0{,}541 \cdot a^3$	$i_x = i_y = 0{,}4565 \cdot a$ $i_x = i_y = 0{,}257\ h$
	$I_x = \frac{b\ h_1^3 + 2b_1 \cdot h^3}{12} +$ $+ b \cdot h_1\left(e_0 - \frac{h_1}{2}\right)^2 +$ $+ 2b_1 \cdot h\left(\frac{h}{2} + h_1 - e_0\right)^2$ $I_y = \frac{b^3(h + h_1) - h(b - 2b_1)^3}{12}$ $e_0 = \frac{bh_1^2 + 2b_1h(2h_1 + h)}{2(bh_1 + 2b_1h)}$	$W_x = \frac{I_x}{h + h_1 - e_0}$ $W_y = \frac{(h + h_1)b^3}{6b} -$ $- \frac{h(b - 2b_1)^3}{6b}$	$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$ $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ A – aria secțiunii
	$I_x = \frac{B \cdot H^3 + b \cdot h^3}{12}$	$W_x = \frac{B \cdot H^3 + b \cdot h^3}{6 \cdot H}$	

Tabelul 5.44 - continuare

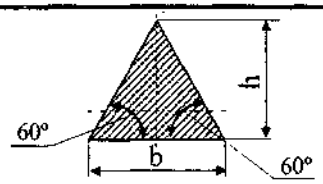
	$I_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12}$	$W_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H}$	
	$I_x = \frac{B \cdot e_1^3 - b \cdot h^3 + a \cdot e_2^3}{3}$ $e_1 = \frac{a \cdot H^2 + b \cdot s^2}{2(a \cdot H + b \cdot s)}$ $e_2 = H - e_1$		
	$I_x = \frac{B\ e_1^3 - B_1 \cdot h^3 + b \cdot e_2^3}{3} - \frac{b_1 \cdot h_1^3}{3}$ $e_1 = \frac{a\ H^2 + B_1 \cdot s^2}{2(a\ H + B_1 \cdot s + b_1\ s_1)} + \frac{b_1 \cdot s_1(2H - s_1)}{2(a \cdot H + B_1 \cdot s + b_1 \cdot s_1)}$ $e_2 = H - e_1$		

5.9.2 Momente de inerţie polare şi module de rezistenţă polare.

Tabelul 5.45

Forma secţiunii	Moment de inerţie polar I_p, mm^4	Modul de rezistenţă polar W_p, mm^3
	$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \approx 0{,}1 \cdot d^4$ sau : $I_p = \frac{\pi \cdot r^4}{2} \approx 1{,}57 \cdot r^4$ $d = 2r$	$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \approx 0{,}2 \cdot d^3$ sau : $W_p = \frac{\pi \cdot r^3}{2} \approx 1{,}57 \cdot r^3$
	$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32}(1-c^4)$ sau : $I_p \approx 0{,}1 \cdot d^4(1-c^4)$ $c = d_1 / d$	$W_p \approx \frac{\pi \cdot d^3}{16}(1-c^4)$ sau : $W_p \approx 0{,}2 \cdot d^3(1-c^4)$
	$I_p = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot s}{4}$ $s \le d/10$	$W_p = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s}{2}$
	$I_p = \frac{d^4}{16}\left(2{,}6\frac{h}{d} - 1\right)$ $h/d > 0{,}5$	$W_p = \frac{d^3}{8} \cdot \frac{\left(2{,}6\frac{h}{d} - 1\right)}{\left(0{,}3\frac{h}{d} + 0{,}7\right)}$
* 	$I_p = K_1 \cdot R^4$ $D = 2R$	$W_p = \frac{R^3}{K_2}$
	$I_p = \pi \frac{n^3}{(n^2+1)} \cdot b^4$ $n = a/b \ge 1$	$W_p = \frac{\pi \cdot n}{2} \cdot b^3$
** 	$I_p = \beta \cdot h \cdot b^3$ $h/b \ge 1$	$W_p = \alpha \cdot h \cdot b^2$
	$I_p = K_3 \cdot h^2 \cdot A$ $K_3 = 0{,}133$ – hexagon $K_3 = 0{,}130$ – octogon A – aria secţiunii	$W_p = K_4 \cdot h \cdot A$ $K_4 = 0{,}217$ – hexagon $K_4 = 0{,}233$ - octogon

Tabelul 5.45 - continuare

	$I_p = \frac{b^4}{46,19} = \frac{h^4}{25,98}$	$W_p = 0,05 \cdot b^3 = \frac{h^3}{12,99} = \frac{2I_p}{h}$

5.9.2.1 *Valorile coeficienţilor K_1 şi K_2.

Tabelul 5.46

r/R	0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5
K_1	1,57	1,56	1,56	1,46	1,22	0,92	0,63	0,38	0,07
K_2	0,64	1,22	1,22	1,23	1,31	1,52	1,91	2,63	7,14

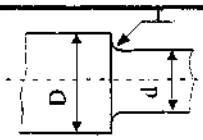
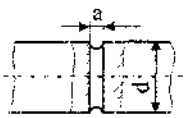
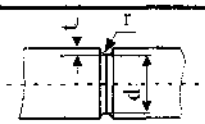
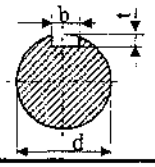
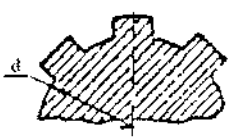
5.9.2.2 ** Valorile coeficienţilor α şi β.

Tabelul 5.47

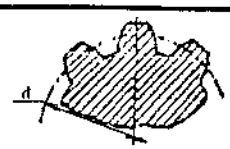
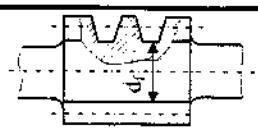
h/b	1,00	1,20	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00	> 10
α	0,208	0,219	0,221	0,231	0,239	0,246	0,258	0,267	0,282	0,291	0,299	0,307	0,312	0,333
β	0,141	0,166	0,172	0,196	0,214	0,229	0,249	0,263	0,281	0,291	0,299	0,307	0,312	0,333

5.9.3 Module de rezistenţă şi module de rezistenţă polare.

Tabelul 5.48

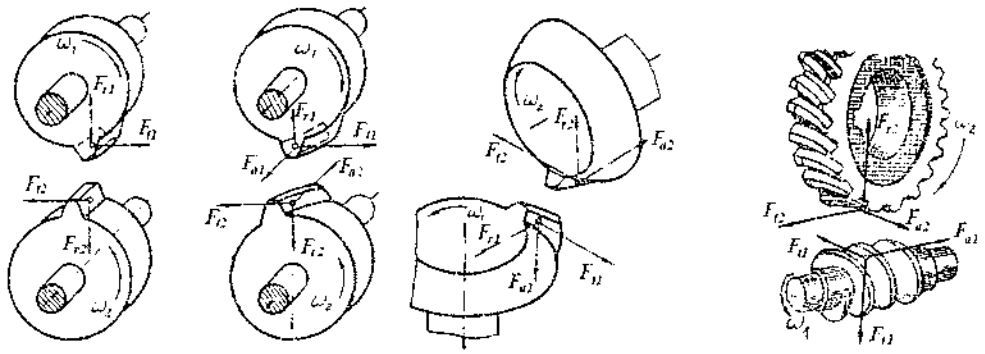
Tipul concentratorului	Schiţă	Module de rezistenţă	
		W_z [mm^3]	W_p [mm^3]
Rază de racordare (D/d = 1,25 ... 2)		$\frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$\frac{\pi \cdot d^3}{16}$
Gaură transversală (a/d = 0,05 ... 0,25)		$\frac{\pi \cdot d^3}{32}\left(1-1,54\cdot\frac{a}{d}\right)$	$\frac{\pi \cdot d^3}{16}\left(1-\frac{a}{d}\right)$
Degajare (t = r)		$\frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$\frac{\pi \cdot d^3}{16}$
Canal de pană		$\frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t \cdot (d-t)^2}{2d}$	$\frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t \cdot (d-t)^2}{2d}$
Caneluri dreptunghiulare		$\xi \frac{\pi \cdot d^3}{32}$ ξ = 1,125-serie uşoară ξ = 1,205-serie mijlocie ξ = 1,265-serie grea	$\xi \frac{\pi \cdot d^3}{16}$ ξ = 1,125-serie uşoară ξ = 1,205-serie mijlocie ξ = 1,265-serie grea

Tabelul 5.48 - continuare

Caneluri în evolventă (arbore pinion)		$\frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$\frac{\pi \cdot d^3}{16}$
Arbore melcat		$\frac{\pi \cdot d_f^3}{32}$	$\frac{\pi \cdot d_f^3}{16}$
Filet		$\frac{\pi \cdot d_f^3}{32}$	$\frac{\pi \cdot d_f^3}{16}$

5.10 STABILIREA FORȚELOR ÎN ANGRENAJE.

Tabelul 5.49



a) b) c) d)

Tipul angrenajului	Forța		
	periferică	radială	axială
Cilindric cu dinți drepți (a)	$F_t = \frac{2M_{t1}}{d_{w1}}$	$F_r = F_t \cdot tg\alpha_w$	-
Cilindric cu dinți înclinați (b)	$F_t = \frac{2M_{t1}}{d_{w1}}$	$F_r = F_t \frac{tg\alpha_n}{\cos\beta}$	$F_a = F_t \cdot tg\beta$
Conic cu dinți drepți (c)	$F_t = \frac{2M_{t1}}{d_{wm1}}$	$F_{r1} = F_t \cdot tg\alpha \cdot \cos\delta_1$ $F_{r2} = F_{a1}$	$F_{a1} = F_t \cdot tg\alpha \cdot \sin\delta_1$ $F_{a2} = F_{r1}$
Melcat cilindric (d) melc roată melcată	$F_{t1} = \frac{2M_{t1}}{d_{w1}}$ sau: $F_{t1} = F_{t2} \cdot tg(\gamma_w + \varphi')$ $F_{t2} = \frac{2M_{t2}}{d_{w2}}$ sau: $F_{t2} = \frac{F_{t1}}{tg(\gamma_w + \varphi')}$	$F_{r1} = F_{r2} = F_{t2} \cdot tg\alpha$	$F_{a1} = F_{r2}$ $F_{a2} = F_{t1}$

5.11 REACŢIUNI ŞI EPURA MOMENTELOR PE ARBORII DIN REDUCTOARE.

5.11.1 Arbore cu pinion cilindric.

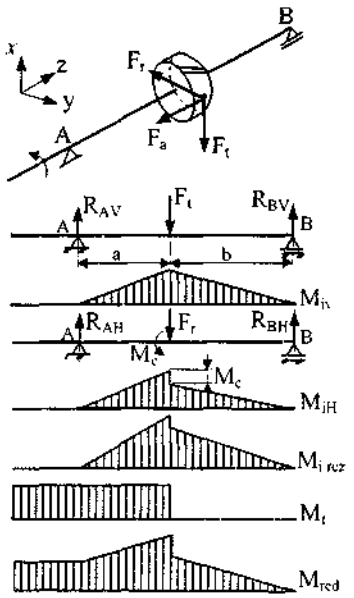


Fig.5.27

$$R_{AV} = F_t \frac{b}{(a+b)};\ R_{BV} = F_t \frac{a}{(a+b)}$$

$$R_{AH} = \frac{F_r \cdot b}{a+b} + \frac{M_c}{a+b};\ R_{BH} = \frac{F_r \cdot a}{a+b} - \frac{M_c}{a+b}$$

$$M_C = F_a \frac{d_w}{2}$$ - moment concentrat

5.11.2 Arbore cu pinion conic.

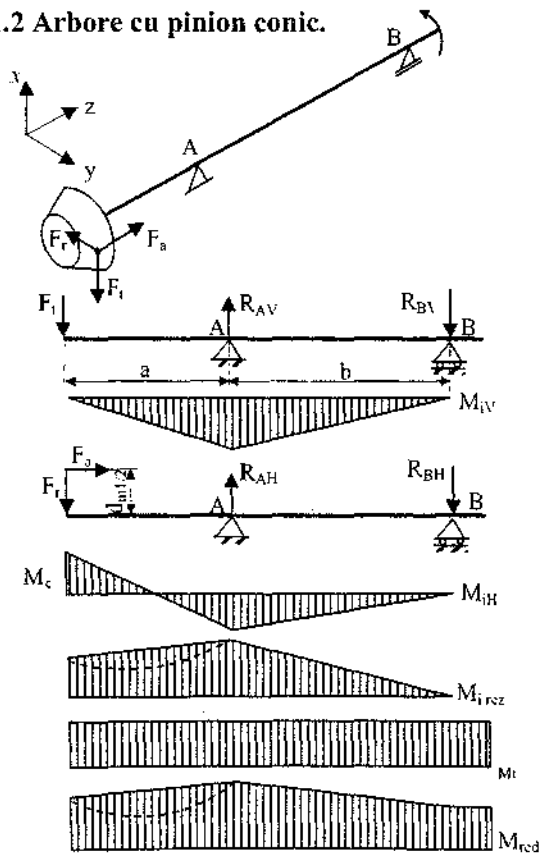


Fig.5.28

$$R_{AV} = F_t \frac{(a+b)}{b};\ R_{BV} = F_t \frac{a}{b}$$

$$R_{AH} = \frac{F_r(a+b) - F_a \frac{d_{mt}}{2}}{b};$$

$$R_{BH} = \frac{F_r \cdot a - F_a \frac{d_{mt}}{2}}{b}$$

$$M_C = F_a \frac{d_{mt}}{2}$$ - moment concentrat

5.11.3 Arbore melcat.

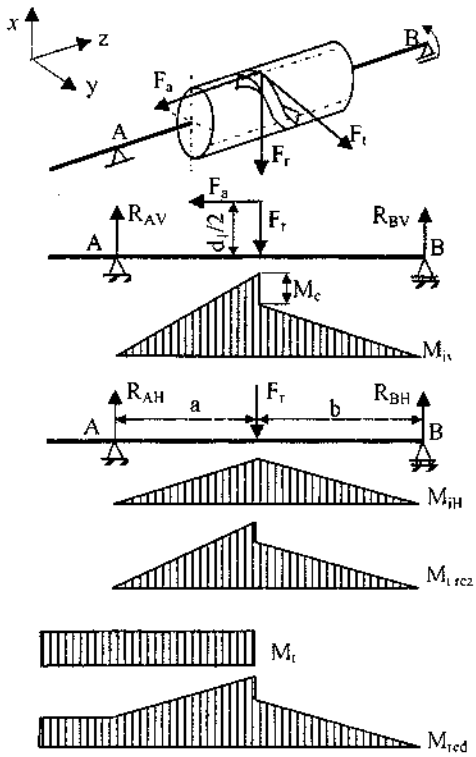


Fig.5.29

$$R_{AV} = \frac{F_r \cdot b + F_a \frac{d_1}{2}}{a+b}; \quad R_{BV} = \frac{F_r \cdot a - F_a \frac{d_1}{2}}{a+b}$$

$$R_{AH} = F_t \frac{b}{(a+b)}; \quad R_{BH} = F_t \frac{a}{(a+b)}$$

$M_C = F_a \frac{d_1}{2}$ - moment concentrat.

Se recomandă : $a = b = \ell / 2$;

$\ell \approx (0{,}9 \ldots 1{,}0) \cdot d_2$;

d_2 – diametrul de divizare al roții melcate .

5.12 MONTAREA ROȚILOR DINȚATE PE ARBORI.

5.12.1 Arbori cu pinioane monobloc.

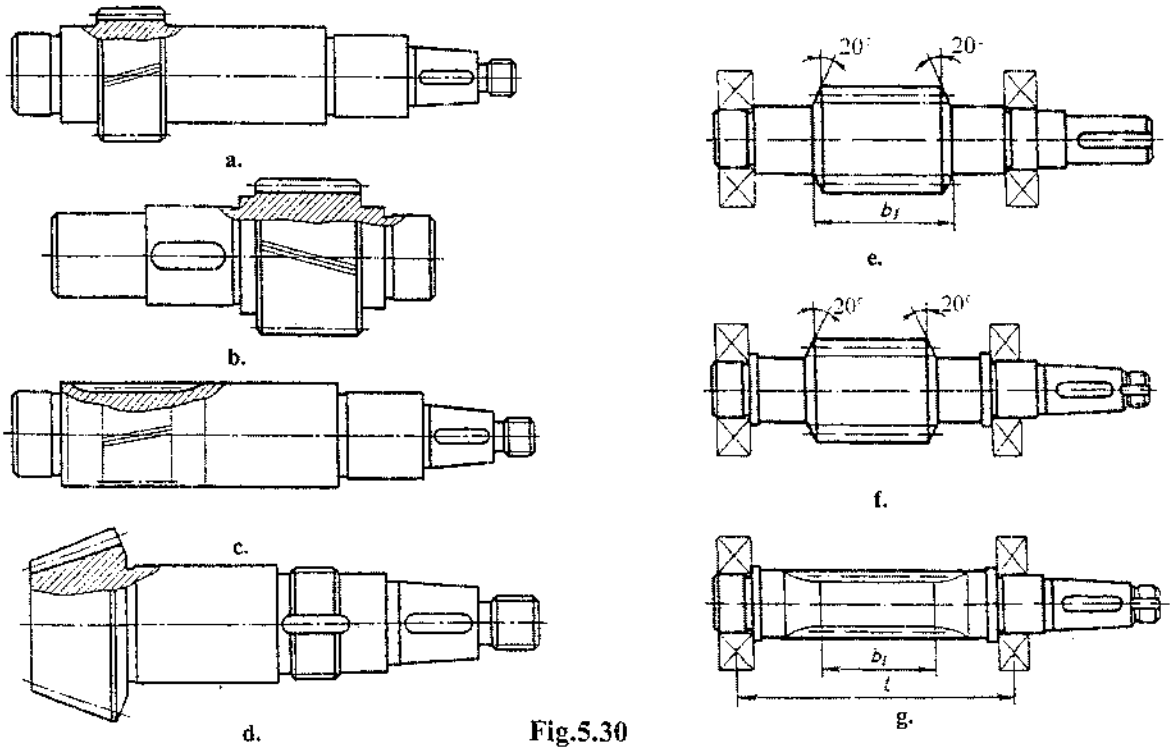
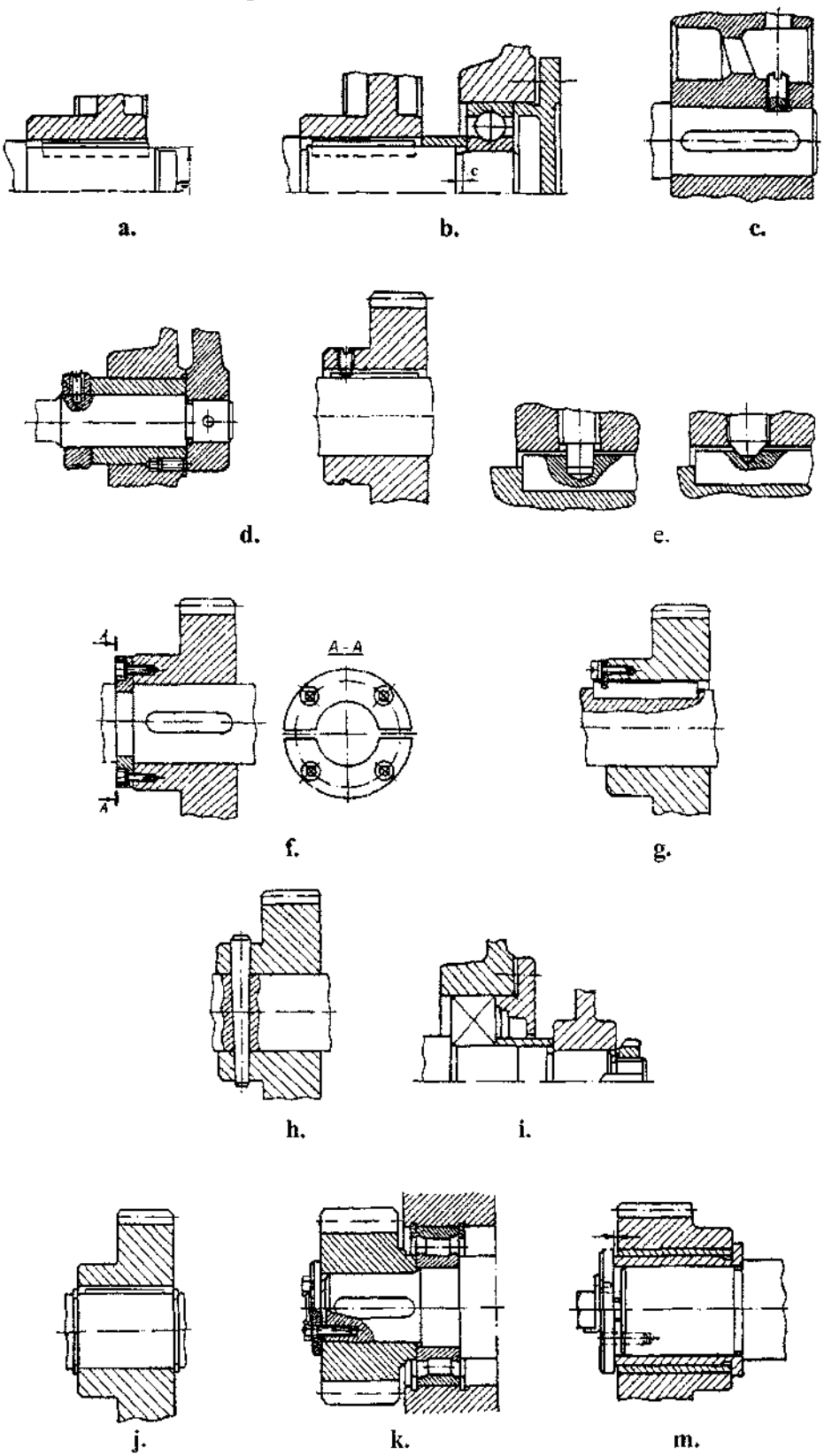


Fig.5.30

5.12.2 Montarea roţilor dinţate pe arbori.



a. b. c.

d. e.

f. g.

h. i.

j. k. m.

Fig.5.31

5.13 DESENE DE EXECUȚIE PENTRU ARBORI.

5.13.1 Arbore în trepte.

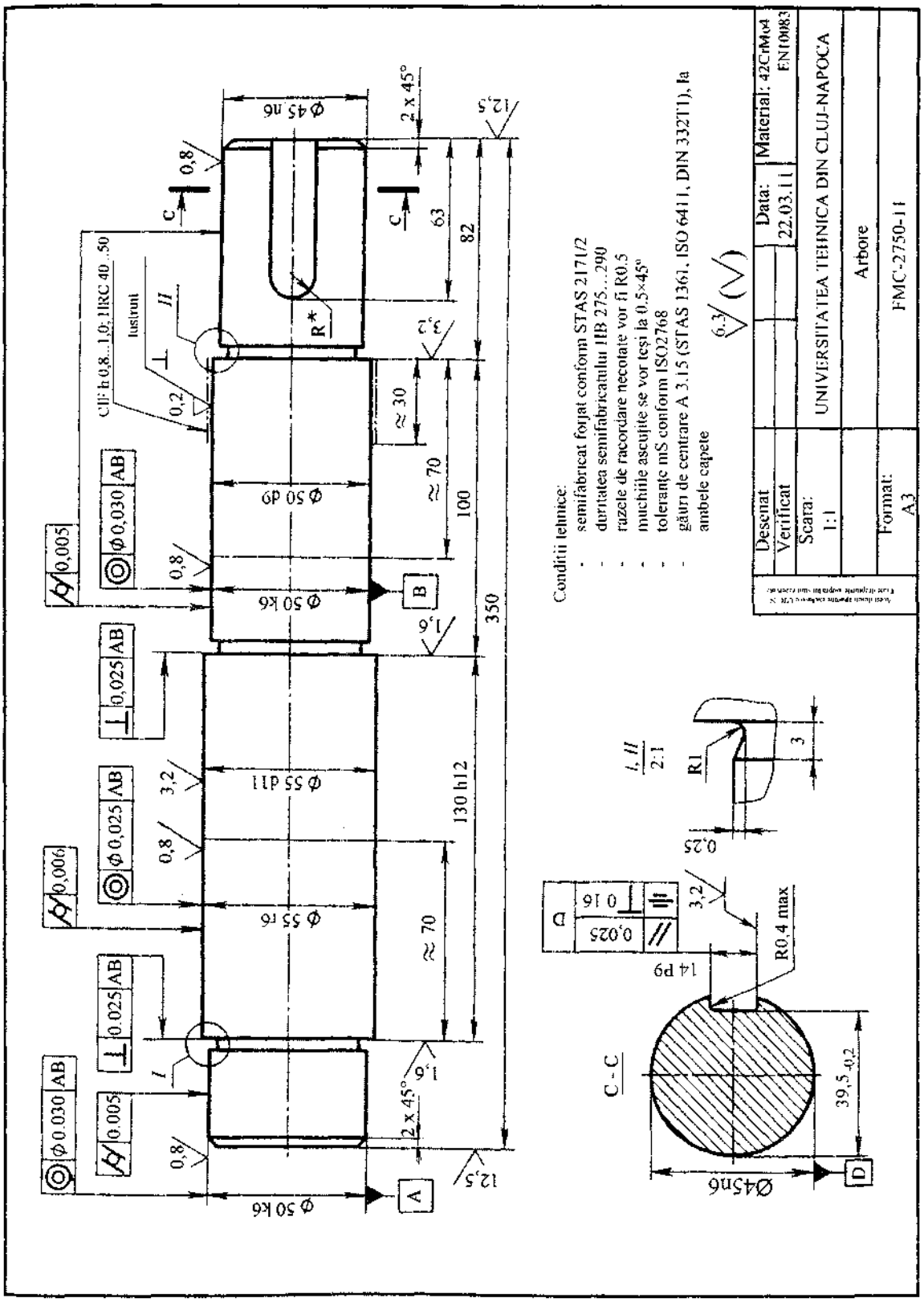


Fig.5.32

5.13.2 Arbore canelat.

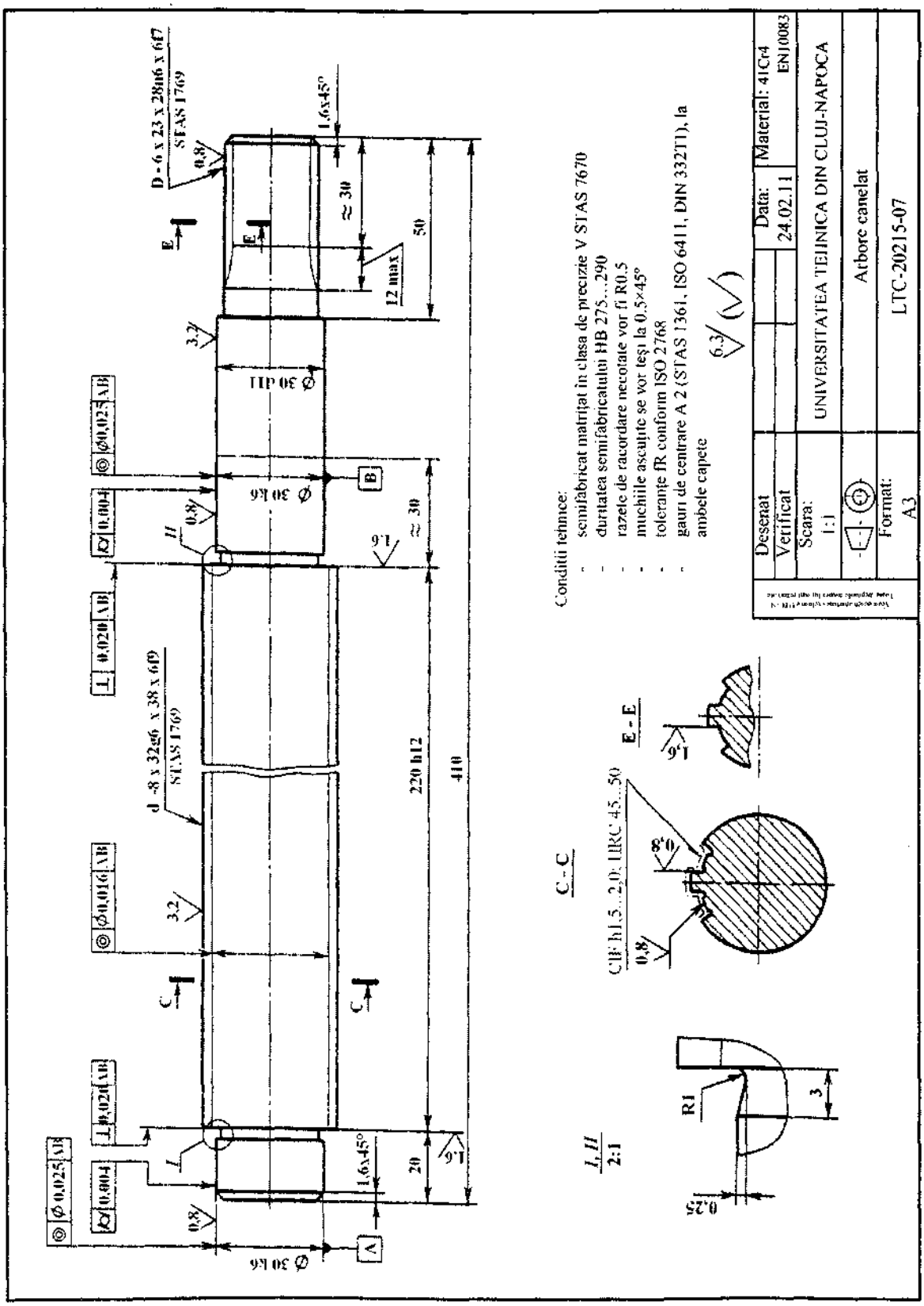


Fig.5.33

5.13.3 Arbore filetat (şurub de forţă).

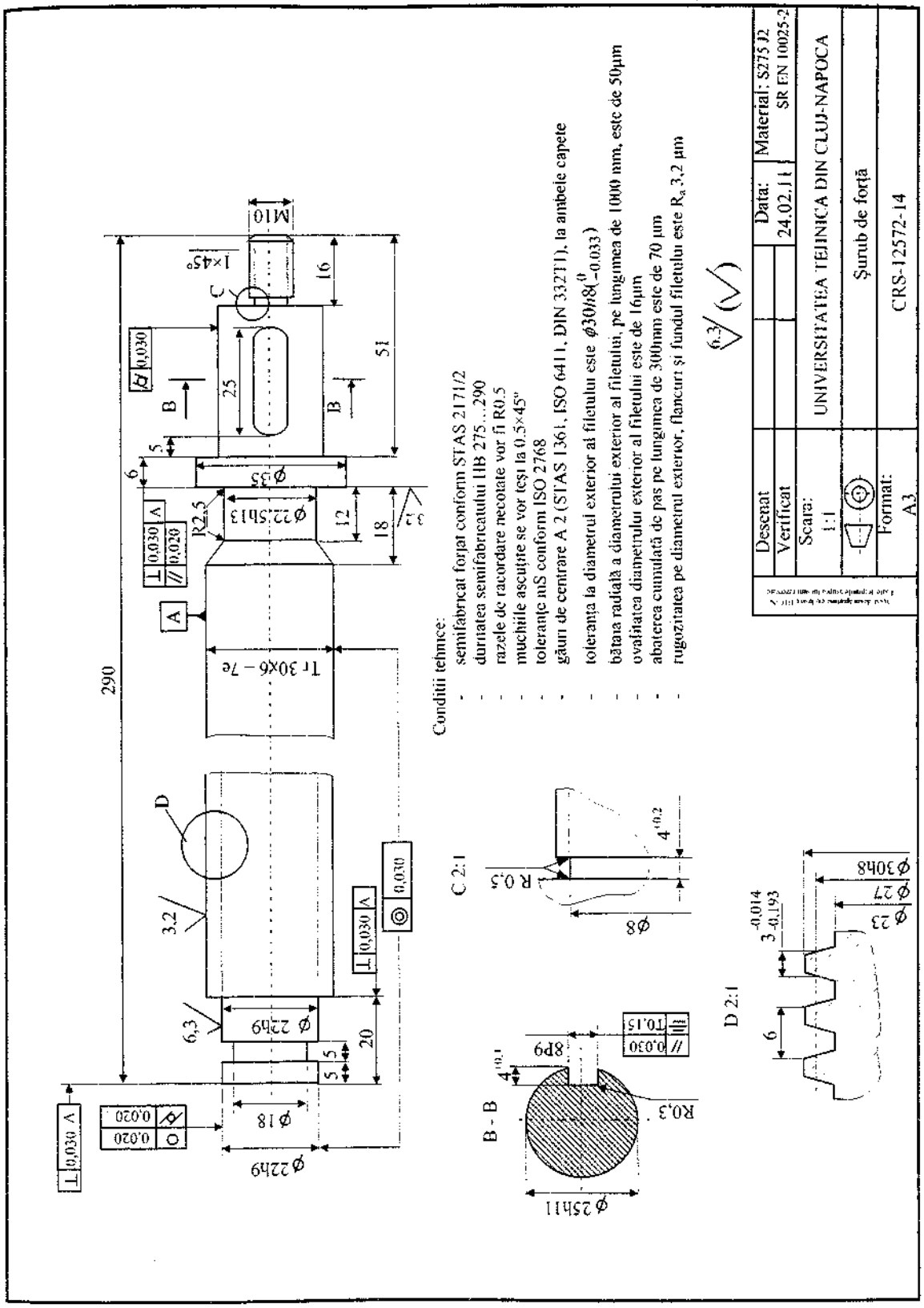


Fig.5.34

6. R U L M E N Ţ I.

6.1 DURABILITATEA RULMENŢILOR.

Durabilitatea unui rulment este numărul de rotaţii sau ore de funcţionare la turaţie constantă până la apariţia primelor semne de oboseală superficial (pitting) pe căile de rulare sau pe corpurile de rulare.

Durabilitatea nominală $L_{10} = L$ – este durabilitatea atinsă sau depăşită de 90% din rulmenţii unui lot ce funcţionează în aceleaşi condiţii. Această durabilitate este aferentă unei fiabilităţi de F = 90%.

Fiabilitatea F(%) este probabilitatea ca rulmentul (piesa) să funcţioneze fără defecţiuni într-un interval de timp dat.

6.1.1 Legea durabilităţii de bază la rulmenţi.

$$L_{10} = L = \left(\frac{C}{P}\right)^m \text{[mil.rot]}$$

$$L_h = \frac{10^6}{60}\frac{L}{n} = \frac{16667}{n}\left(\frac{C}{P}\right)^m \text{[ore]}$$

$$L = \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} = \left(\frac{n}{33{,}333}\cdot\frac{L_h}{500}\right)$$

$$C = P\left(\frac{n}{33{,}333}\right)^{1/m}\left(\frac{L_h}{500}\right)^{1/m} = P \cdot f_n \cdot f_h$$

$$f_n = \left(\frac{n}{33{,}333}\right)^{1/m};\ f_h = \left(\frac{L_h}{500}\right)^{1/m}$$

Durabilitatea nominală pentru vehicule rutiere sau feroviare:

$$L_\nu = \frac{\pi \cdot D}{1000}\cdot\left(\frac{C}{P}\right)^m \text{(mil.km)}$$

C – sarcina dinamică de bază a rulmentului (catalog rulmenţi)
P – sarcina dinamică echivalentă;
m – exponent; m = 3 pentru rulmenţii cu bile şi m = 10/3 pentru rulmenţii cu role;
n – turaţia rulmentului, constantă;
f_n – factor de turaţie;
f_h – factor de durabilitate;
D(m) – diametrul exterior al roţii vehiculului.

Durabilitatea nominală pentru rulmenţi ce execută mişcări de oscilaţie este:

$$L_{osc} = \frac{180}{2\gamma}\cdot\left(\frac{C}{P}\right)^m \text{(mil.cicluri)}$$

γ^0- amplitudinea unghiulară a oscilaţiei.

Sarcina dinamică de bază C - este sarcina admisibilă (radială pentru rulmenţii radiali şi axială centrală pentru cei axiali) pentru care rulmentul poate efectua un milion de rotaţii (ISO 281-93).

Sarcina dinamică echivalentă P - este sarcina pur radial (pur axială) de mărime şi direcţie constantă care determină aceiaşi durabilitate nominală ca şi sarcinile reale. Pentru rulmenţi radiali cu bile, radiali-axiali cu bile sau cu role conice, rulmenţi radial oscilanţi cu bile sau cu role butoi, rulmenţi axiali-radiali şi axiali oscilanţi cu role sarcina dinamică echivalentă este:

$P = V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a$ pentru: $F_a / V \cdot F_r > e$

$P = V \cdot F_r$ pentru: $F_a / V \cdot F_r \leq e$

V – coeficient de multiplicare; V = 1 – inel exterior fix şi inel interior rotitor;
V = 1,2 – inel exterior rotitor şi inel interior fix.

X – factorul forţei radiale (catalog rulmenţi);

Y – factorul forţei axiale (catalog rulmenţi);

$P = V \cdot F_r$ - rulmenţi radiali cu role cilindrice;

$P = F_a$ - rulmenţi axiali.

Tabelul 6.1

Loc de utilizare	Durata de funcţionare, L_h, mii ore
Reductoare universale mici	8 ... 20
Reductoare universale medii	15 ... 30
Reductoare pentru laminoare	20 ... 100
Reductoare mari de navă	12 ... 50
Motoare electrice mici	8 ... 20
Motoare electrice medii	15 ... 32
Motoare electrice mari	20 ... 45
Motoare pentru tracţiune electrică	15 ... 32
Motoare pentru aparate de uz casnic	1,7 ... 4
Motoare pentru aparate de birou şi de calcul	15 ... 22
Laminoare	5 ... 10
Compresoare	3,5 ... 20
Ventilatoare mici	8 ... 20
Ventilatoare medii	15 ... 45
Ventilatoare mari	45 ... 85
Centrifuge	15 ... 30
Pompe centrifuge	8 ... 45
Concasoare	20 ... 30
Malaxoare	30 ... 50
Transportoare cu bandă	15 ... 85
Maşini unelte	15 ... 30
Maşini pentru prelucrarea lemnului	20 ... 50
Maşini pentru materiale de construcţii	10 ... 50
Maşini textile	20 ... 50
Maşini pentru hârtie	50 ... 200
Maşini pentru mase plastice	20 ... 50

Tabelul 6.2

Tipul autovehiculului	Durabilitatea , L_v, mil.km
Roţi de automobile	0,3
Roţi de camioane	0,6
Roţi de autocare	0,6
Osii de vagoane de transport urban	1,5
Osii de vagoane pentru liniile magistrale	3
Osii la automotoare pentru liniile magistrale	3 ... 4
Osii la locomotive diesel sau electrice pentru liniile magistrale	3 ... 5

6.1.2 Sarcina dinamică echivalentă corectată.

$$P_c = f_s \cdot f_m \cdot f_d \cdot f_t \cdot P$$

Rezultă: $$L_{10} = L = \left(\frac{C}{P_c}\right)^m \text{[mil.rot]}$$

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{16667}{n} \cdot \left(\frac{C}{P_c}\right)^m \text{[ore]}$$

$$C = P_c \left(\frac{n}{33{,}333}\right)^{1/m} \left(\frac{L_h}{500}\right)^{1/m} = P_c \cdot f_n \cdot f_h$$

$$L_v = \frac{\pi \cdot D}{1000} \cdot \left(\frac{C}{P_c}\right)^m \text{[mil.km]}$$

$$L_{osc} = \frac{180}{2\gamma} \cdot \left(\frac{C}{P_c}\right)^m \text{(mil.cicluri)}$$

unde: f_s - factor ce ţine seama de forţele suplimentare care rezultă la funcţionarea maşinii;
f_d - factor ce ţine seama de precizia roţilor dinţate montate pe arborii rezemaţi pe rulmenţi;
f_m – factor ce ţine seama de forţele suplimentare ce apar la rulajul autovehiculului;
f_t – factor ce ţine seama de reducerea capacităţii dinamice a rulmentului ce funcţionează la temperaturi ridicate ($t > 120^0$C).

Tabelul 6.3

Caracterul sarcinii pe rulment	f_s	Exemple de utilizare
Sarcini liniştite fără şocuri	1	Lagăre la conveioare cu bandă
Sarcini cu şocuri uşoare şi suprasarcini de până la 125 %	1 ... 1,2	Transmisii dinţate precise, electromotoare de putere mică şi medie
Sarcini cu şocuri moderate şi suprasarcini de până la 150 %	1,3 ... 1,5	Transmisii dinţate din clasele 7 şi 8, reductoare de toate tipurile
Sarcini cu şocuri moderate şi suprasarcini de până la 150 % , condiţii de lucru sigure	1,5 ... 1,8	Cuplaje centrifugale, maşini electrice de mare putere
Sarcini cu şocuri mari şi suprasarcini de până la 200 %	1,8 ... 2,5	Transmisii dinţate din clasa 9, ventilatoare de mare putere, mecanisme bielă - manivelă

Tabelul 6.4

Angrenaj	Abaterea pasului de bază f_{pb} şi eroarea de formă a profilului f_f	f_d
Precizie ridicată	f_{pb} , $f_f \le 20$ μm	1,05 ... 1,1
Precizie normală	f_{pb} , $f_f = 20$ ... 100 μm	1,1 ... 1,3
Angrenaje turnate neprelucrate	f_{pb} , $f_f > 100$ μm	1,5 ... 2,0

Tabelul 6.5

Tipul autovehiculului	f_m
Automobile, autobuze, motociclete	1,3
Camioane, autoutilitare cu remorcă	1,5
Autovehicule 4 x 4 , tractoare agricole	1,5 ... 1,7

Tabelul 6.6

Temperatura de funcţionare (^{0}C)	100	125	150	175	200	225	250	300	350
f_t	1,00	1,05	1,10	1,15	1,25	1,35	1,40	1,60	2,00

6.1.3 Durabilitatea nominală corectată.

$L_c = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$ [mil.rot] ; $L_{hc} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h$ [ore] ; $L_{vc} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_v$ [mil.km];

a_1 – factor de corecţie pentru o fiabilitate diferită de 90% (tab.6.7);

$$a_1 = 4{,}48 \cdot \left(\ln\frac{100}{F}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Tabelul 6.7

Fiabilitatea F(%)	**90**	**95**	**96**	**97**	**98**	**99**	**99,5**
$L_{(100-F)}$	L_{10}	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	$L_{0,5}$
a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21	0,14

a_2 – factor de corecţie ce ţine seama de tehnologia de elaborare a materialului rulmentului; pentru materiale uzuale $a_2 = 1$ (tab.6.8).

Tabelul 6.8

Tehnologia de turnare	**a_2**
Topire în aer	1
Dezoxidare în vid	3
Retopire în vid cu electrod consumabil	6

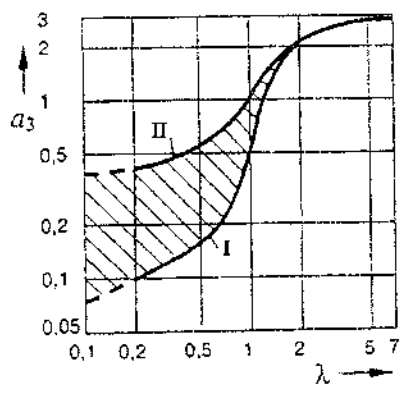
a_3 – factor de corecţie funcţie de condiţiile de ungere

$\lambda = 60\ 10^{-6} \cdot \nu^{0,8} \cdot n^{0,7} \cdot d_m^{0,6}$ - parametrul de ungere

ν (cSt) – vâscozitatea lubrifiantului la temperatura de funcţionare(mm^2/s)

n (min^{-1}) – turaţia

$d_m = \frac{d+D}{2}$ - diametrul mediu al rulmentului



F

Fig.6.1

I – condiţii normale de ungere;

II – lubrifianţi cu aditivi EP şi filtrare fină

6.2. SARCINA STATICĂ DE BAZĂ C_0. SARCINA STATICĂ ECHIVALENTĂ P_0

Calculul la capacitate de încărcare statică se face în următoarele situaţii:

- rulmentul se roteşte sub sarcină cu turaţii $n < 10\ min^{-1}$;
- rulmentul nu se roteşte şi este încărcat cu o sarcină continuă sau intermitentă;

- rulmentul face mici oscilaţii, sub sarcină;
- rulmentul se roteşte cu turaţii $n > 10$ min^{-1} dar suportă şocuri severe în fracţiuni de timp

Sarcina statică de bază C_0 este sarcina radial (la rulmenţii radiali) sau sarcina axială centrică (pentru rulmenţii axiali) sub acţiunea căreia tensiunea hertziană la contactul dintre corpul de rulare cel mai încărcat şi calea de rulare atinge valoarea de 4000 MPa, iar această sarcină produce o deformaţie plastică de 10^{-4} din diametrul corpului de rulare (ISO 76-87).

Sarcina statică echivalentă P_0 este sarcina radial (la rulmenţii radiali) sau sarcina axială (la rulmenţii axiali) care produce o deformaţie plastică identică cu cea produsă de sarcina reală.

$P_0 = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a$ - rulmenţi radiali şi radial-axiali cu bile, rulmenţi oscilanţi cu bile sau role butoi, rulmenţi axiali-radiali, rulmenţi axial-oscilanţi cu role.

F_r, F_a – componenta radială, respectiv axială a sarcinii combinate

X_0 – factorul forţei radiale (catalog)

Y_0 – factorul forţei axiale (catalog)

$P_0 = F_r$ – rulmenţi radiali cu role cilindrice, rulmenţi cu ace

$P_0 = F_a$ –rulmenţi axiali cu bile sau role

Verificarea la solicitarea statică:

Coeficientul de siguranţă static este: $s_0 = C_0 / P_0 > s_a$

sau: $C_{0\,nec} = s_a \cdot P_0 \le C_0$

C_0 – sarcina statică de bază (catalog);

s_a – coeficient de siguranţă static

Tabelul 6.9

Condiţii de funcţionare	s_a
Fără şocuri Nu sunt cerinţe deosebite de funcţionare lină Mişcări de oscilaţie de frecvenţă mică	≥ 1
Normale Mişcări line şi rotire precisă	≥ 2
Cu şocuri	≥ 3
Cerinţe ridicate la precizia de rotire şi funcţionare lină	≥ 4

6.3 CALCULUL RULMENŢILOR.

Pentru rulmenţii rotitori, cu $n > 10$ min^{-1}, calculul se face la capacitate de încărcare dinamică sau la durabilitate.

Pentru $n = 1...10$ min^{-1} calculul se face ca şi mai sus adoptând $n = 10$ min^{-1}. Se impune şi o verificare la solicitare statică.

6.3.1 Calculul la sarcina dinamică de bază.

Etapele de calcul sunt următoarele:
- se aleg rulmenţii conform schemei de rezemare şi soluţiei constructive adoptate;
- se alege din catalog: C , e , X , Y ;
- se stabilesc forţele F_r şi F_a pe rulment;
- se calculează sarcina dinamică echivalentă P sau P_c;
- se impune durabilitatea L_h(ore);
- se calculează durabilitatea nominală $L = \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6}$ (mil/rot/) sau L_c;
- se calculează sarcina dinamică de bază necesară $C_{nec} = P_c \cdot L^{1/m}$;
- se verifică: $C_{nec} < C$.

6.3.2 Calculul la durabilitate.

Etapele de calcul sunt următoarele:
- se aleg rulmenţii conform schemei de rezemare şi soluţiei constructive adoptate;
- se alege din catalog: C , e , X , Y;
- se stabilesc forţele F_r şi F_a pe rulment;
- se calculează sarcina dinamică echivalentă P sau P_c;
- se calculează durabilitatea nominală reală: $L_{ef} = \left(\frac{C}{P_c}\right)^m [\text{mil.rot}]$; $L_{h\,ef} = \frac{10^6\ L_{ef}}{60 \cdot n} [\text{ore}]$;
- se verifică: $L_{h\,ef} > L_{h\,impus}$ [ore].

Pentru rulmenţii cu $n < 1\ \text{min}^{-1}$ ($\omega < 0{,}105\ \text{s}^{-1}$) calculul se face numai la capacitate de încărcare statică (P_0, C_0).

6.4 CLASE DE PRECIZIE ŞI CLASE DE JOCURI.

6.4.1 Clase de precizie la rulmenţi.

Tabelul 6.10

Standardul	Clasele de precizie				
STAS 4207 DIN 620	P0 (normală)	P6	P5	P4	P2
ISO 492	Clasa 0 (6x)	Clasa 6	Clasa 5	Clasa 4	Clasa 2
ISO 578 (rulmenţi cu role conice)	Clasa 4	-	Clasa 3	Clasa 0	Clasa 00
JIS B 1514	Clasa 0 (6x)	Clasa 6	Clasa 5	Clasa 4	Clasa 2
TIMKEN	K	N	C	B	A
ANSI	Clasa 1	Clasa 3	Clasa 5	Clasa 7	Clasa 9

DIN - Deutsche Industrie Normen;
JIS - Japanese Industrial Standard;
ANSI - American National Standard Institute.

6.4.2 Recomandări de alegere a clasei de jocuri.

Tabelul 6.11

Clasa de jocuri STAS 7115	Exemple de utilizare
C1	Se impune o poziţionare foarte precisă a arborelui şi o rigiditate mare a montajului .
C2	Se impun cerinţe de funcţionare silenţioasă, fără vibraţii . Sarcini variabile .
CN	Condiţii de funcţionare normale (obişnuite) .
C3	Temperaturi de funcţionare ridicate . Funcţionare în condiţii de vibraţii importante . Rulmenţi cu inelele montate cu strângere .
C4	Temperaturi de funcţionare ridicate . Funcţionare în condiţii de vibraţii importante . Rulmenţi cu inelele montate cu strângere .
C5	Variaţii mari de temperatură în funcţionare .

6.5 AJUSTAJELE RULMENŢILOR.

6.5.1 Tipuri de încărcare a rulmenţilor.

În funcţie de poziţia sarcinii rezultante faţă de inelele rulmentului pot apare următoarele tipuri de încărcare:

a) încărcare cu sarcină fixă (locală), când sarcina este orientată continuu spre acelaşi punct de pe calea de rulare (fig.6.2 a - inelul exterior; fig.6.2 b - inelul interior);
b) încărcare cu sarcină rotitoare (circulară), când sarcina este suportată succesiv de toată circumferinţa căii de rulare sau numai de o parte a acesteia (fig.6.2,a -inelul interior; fig.6.2 b - inelul exterior);
c) încărcare nedeterminată (oscilantă), când sarcina are direcţii variabile, nedefinite faţă de inelele rulmentului (vibraţii, şocuri, dezechilibrări etc).

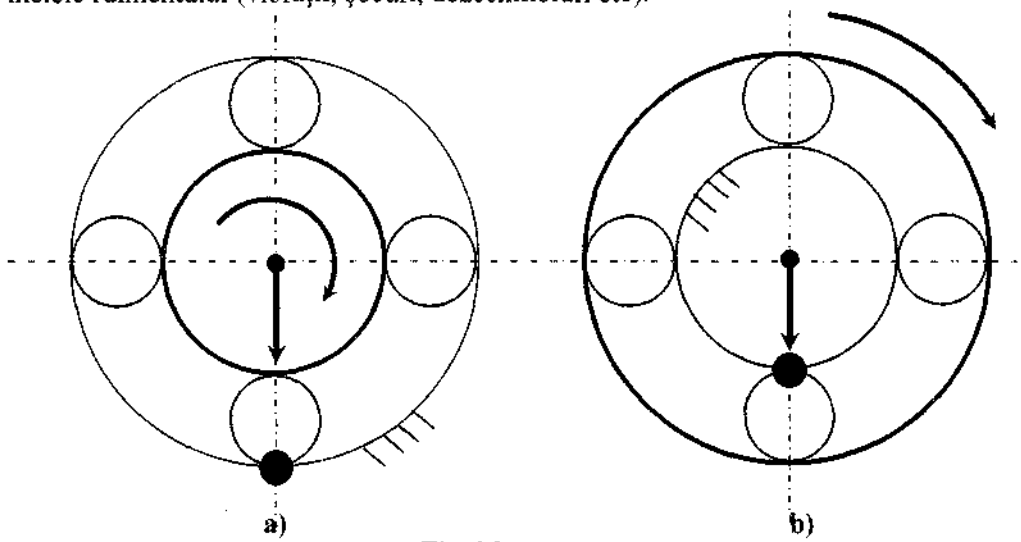


Fig.6.2

6.5.2 Mărimea sarcinii funcţie de tipul rulmentului şi raportul P/C.

Tabelul 6.12

Tipul sarcinii	Mică		Normală		Mare
Diametrul alezajului rulmentului , mm	rulmenţi cu bile	rulmenţi cu role	rulmenţi cu bile	rulmenţi cu role	rulmenţi cu role
	Valoarea raportului P/C				
≤ 40	< 0,08	< 0,08	> 0,08	> 0,08	> 0,08
45 ... 60					
65 ... 100		< 0,1		0,1 .. 0,15	> 0,15
105 ... 200	< 0,1	< 0,1	> 0,1	0,1 .. 0,15	
220 ... 500				< 0,15	

6.5.3 Ajustaje de montaj pentru rulmenţi.

Alegerea ajustajelor rulment-arbore şi rulment-carcasă trebuie să ţină seama de o serie de factori şi anume: tipul sarcinii; mărimea sarcinii; schema de montaj; condiţii de lucru (turaţie, temperatură, şocuri, vibraţii etc); tipul şi materialul carcasei şi arborelui; tipul şi mărimea rulmentului; clasa de precizie; clasa de jocur ; precizia de rotire impusă; montare şi demontare uşoare etc.

6.5.3.1 Ajustaje rulment – arbore. Câmpurile de toleranţă ale arborilor.

Tabelul 6.13

Încărcarea inelului interior	Regimul de lucru al rulmentului	Câmpul de toleranţă al arborelui	
		bile	role
Locală	Este necesară deplasarea inelului interior pe arbore $P \leq 0,08.C$	g6	g6
	Nu este necesară deplasarea inelului interior pe arbore: $0,08.C < P \leq 0,15.C$	h6	h6
Circulară	Este necesară o precizie înaltă de rotire : $P \leq 0,08.C$	j5	k5
	Este necesară o precizie înaltă de rotire : $0,08.C < P \leq 0,15.C$	j6 ; k6	k6 ; m6
Oscilantă	Sarcini cu şoc : $0,08.C < P \leq 0,15.C$	k6	m6
	Sarcini cu şoc : $P > 0,15.C$	-	n6

6.5.3.2 Ajustaje rulment – carcasă. Câmpurile de toleranţă ale alezajelor carcaselor.

Tabelul 6.14

Încărcarea inelului exterior	Regimul de lucru al rulmentului	Câmpul de toleranţă al alezajului
Locală	Inelul exterior are posibilitatea de deplasare în sens axial $0,08.C < P \leq 0,15.C$	H7
Circulară	Inelul exterior nu are posibilitatea de deplasare în sens axial : $0,08.C < P \leq 0,15.C$	N7
Oscilantă	Inelul exterior nu are posibilitatea de deplasare în sens axial : $0,08.C < P \leq 0,15.C$	K7
	Inelul exterior se poate deplasa uşor în sens axial şi precizie înaltă de rotire : $P \leq 0,08.C$	H6

6.6 UNGEREA RULMENŢILOR.

6.6.1 Vâscozităţi minime necesare ale uleiurilor pentru rulmenţi la t_f.

Tabelul 6.15

Tipul rulmentului	Vâscozitatea cinematică minimă mm^2/s (cSt)
Cu bile , cu role cilindrice , cu ace	13
Cu role conice , oscilanţi cu role butoi , axiali cu ace	20
Axiali oscilanţi cu ace	30

6.6.2 Clase ISO de vâscozitate (ISO 3448).

Tabelul 6.16

Clasa de vâscozitate ISO	Vâscozitatea cinematică medie la 40^0C (mm^2/s)	Limitele de încadrare (mm^2/s)	
		min	max
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,00
ISO VG 15	15	13,50	16,50
ISO VG 22	22	19.80	24,20
ISO VG 32	32	28,80	35,20
ISO VG 46	46	41,40	50,60
ISO VG 68	68	61,20	74,80
ISO VG 100	100	90	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650

6.6.3 Alegerea vâscozităţii necesare a uleiului la temperatura de funcţionare.

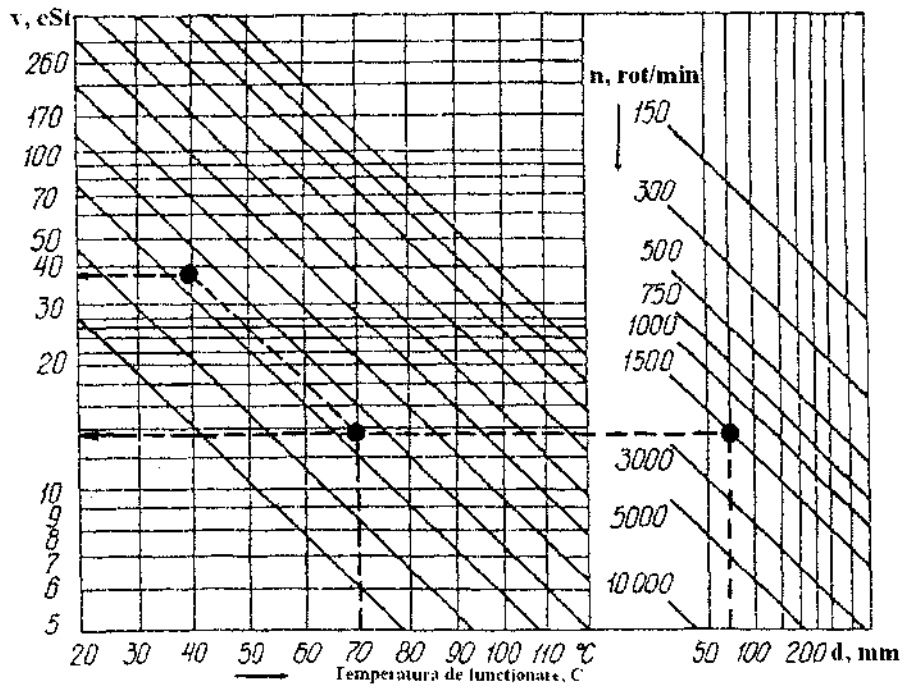


Fig.6.3

Observaţie: Pe baza vâscozităţii stabilite se alege din tabelul 6.16 uleiul ISO VG adecvat.

6.6.4 Clase de consistenţă şi penetraţii la 25^{0}C (după NLGI*).

Tabelul 6.17

Clasa NLGI	Penetraţia în zecimi de mm
000	445 ... 475
00	400 ... 430
0	355 ... 385
1	310 ... 340
2	265 ... 295
3	220 ... 250
4	175 ... 205
5	130 ... 160
6	85 ... 115

* National Lubricating Grease Institute.

6.7 SARCINI PRELUATE DE RULMENŢI.

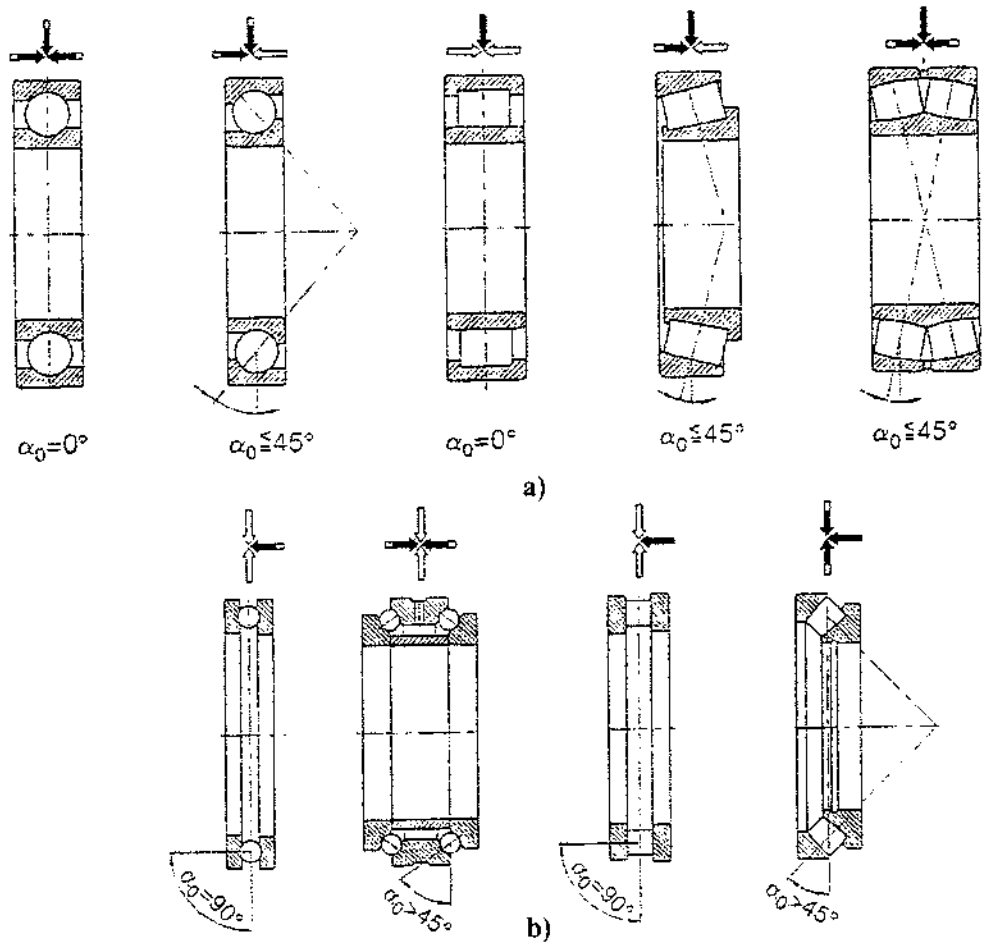
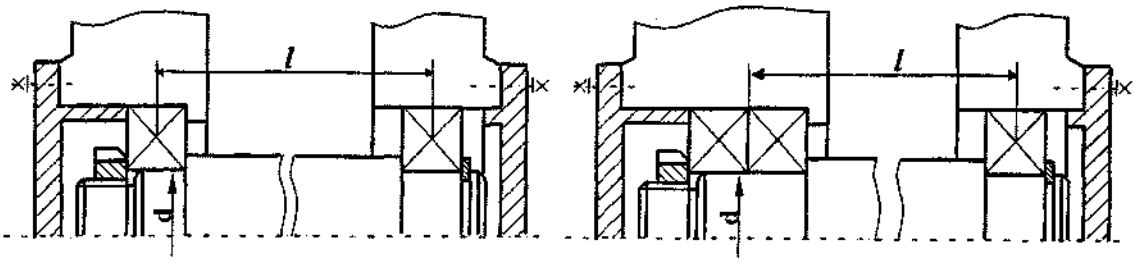


Fig.6.4

Observaţii: Fig.6.4.a - rulmenţi radiali, radiali oscilanţi, radial-axiali;
Fig.6.4.b – rulmenţi axiali, axial-radiali;
săgeata neagră: rulmentul preia foarte bine sarcina pe direcţia şi în sensul menţionat;
săgeata negru şi alb: rulmentul poate prelua sarcina pe direcţia şi sensul menţionat;
săgeata albă: rulmentul nu poate prelua sarcina pe direcţia şi sensul menţionat

6.8 SCHEME DE MONTAJ.

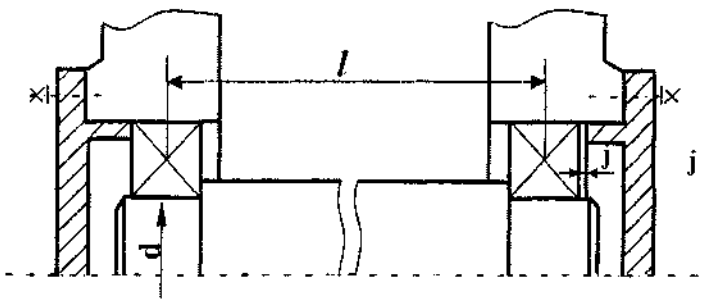
Schema I – Montaje cu lagăr conducător şi rulment liber



I.a *I.b*

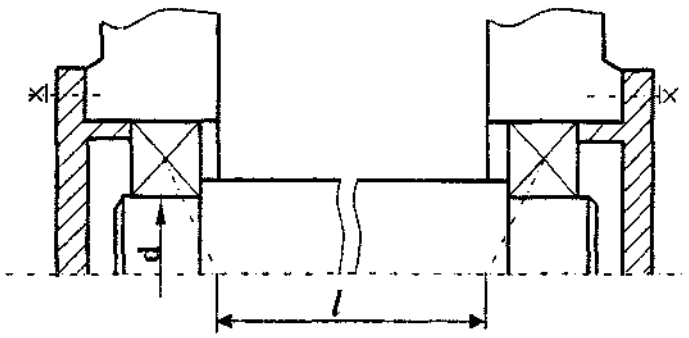
Schema II – Montaje cu conducere reciprocă

II.a – cu rulmenţi radial şi radiali-oscilanţi



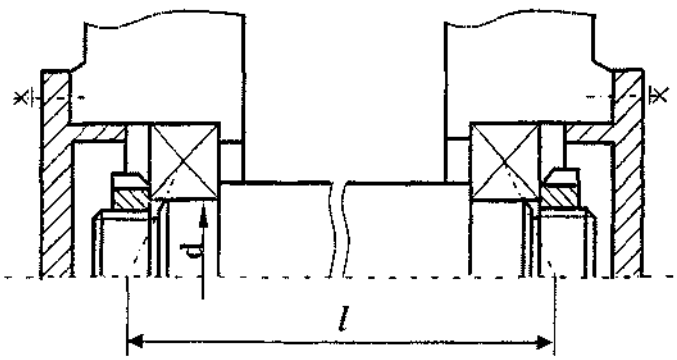
j = 0,3... 0,5 mm

II.b – cu rulmenţi radiali axiali montaţi în „X"



(*l/d*=6...8)

II.c – cu rulmenţi radiali axiali montaţi în „O"



(*l/d*=8...10)

Fig.6.5

6.9 MONTAJE CU RULMENȚI.

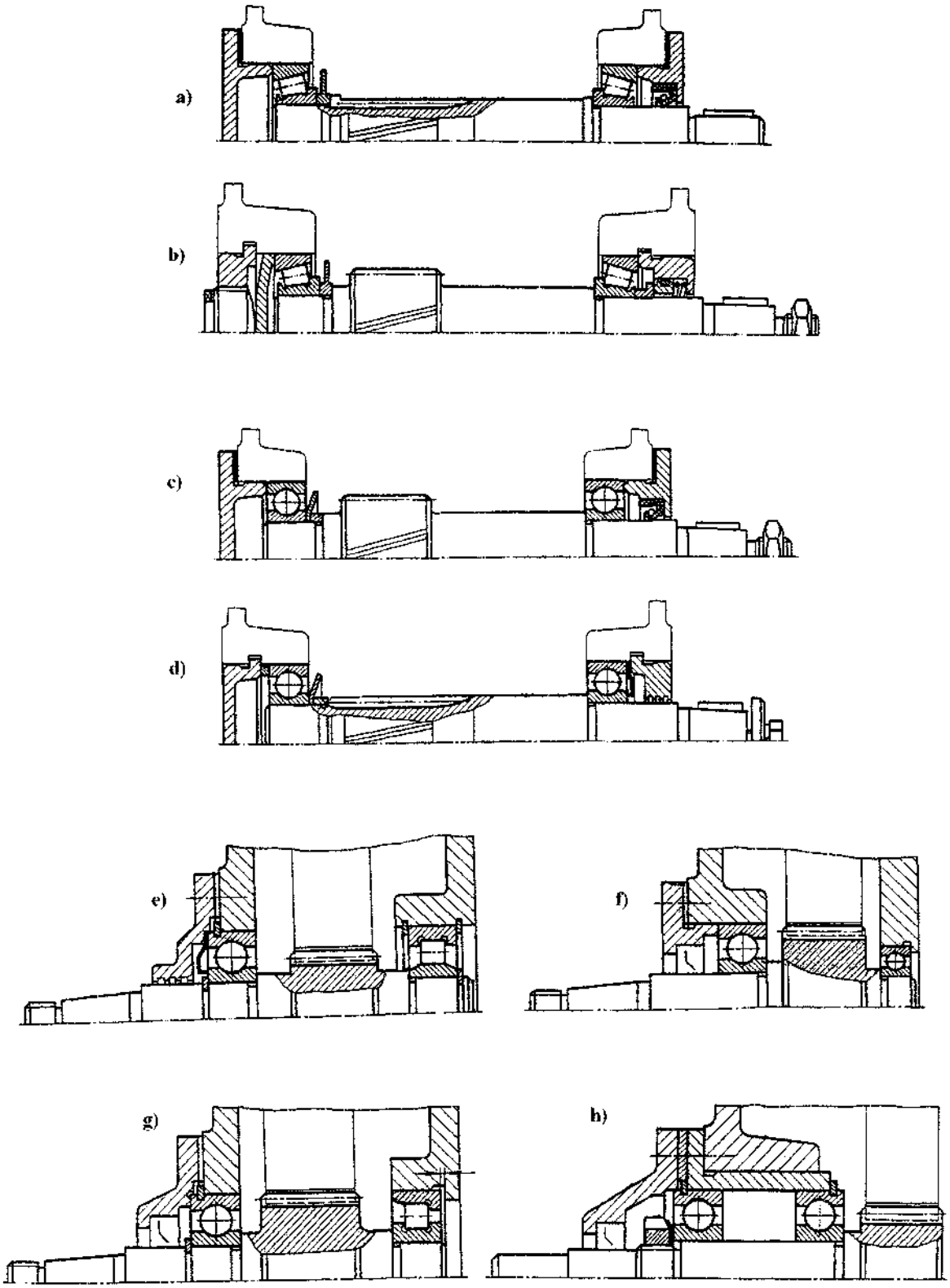


Fig.6.6,a - Lăgăruire pinioane cilindrice

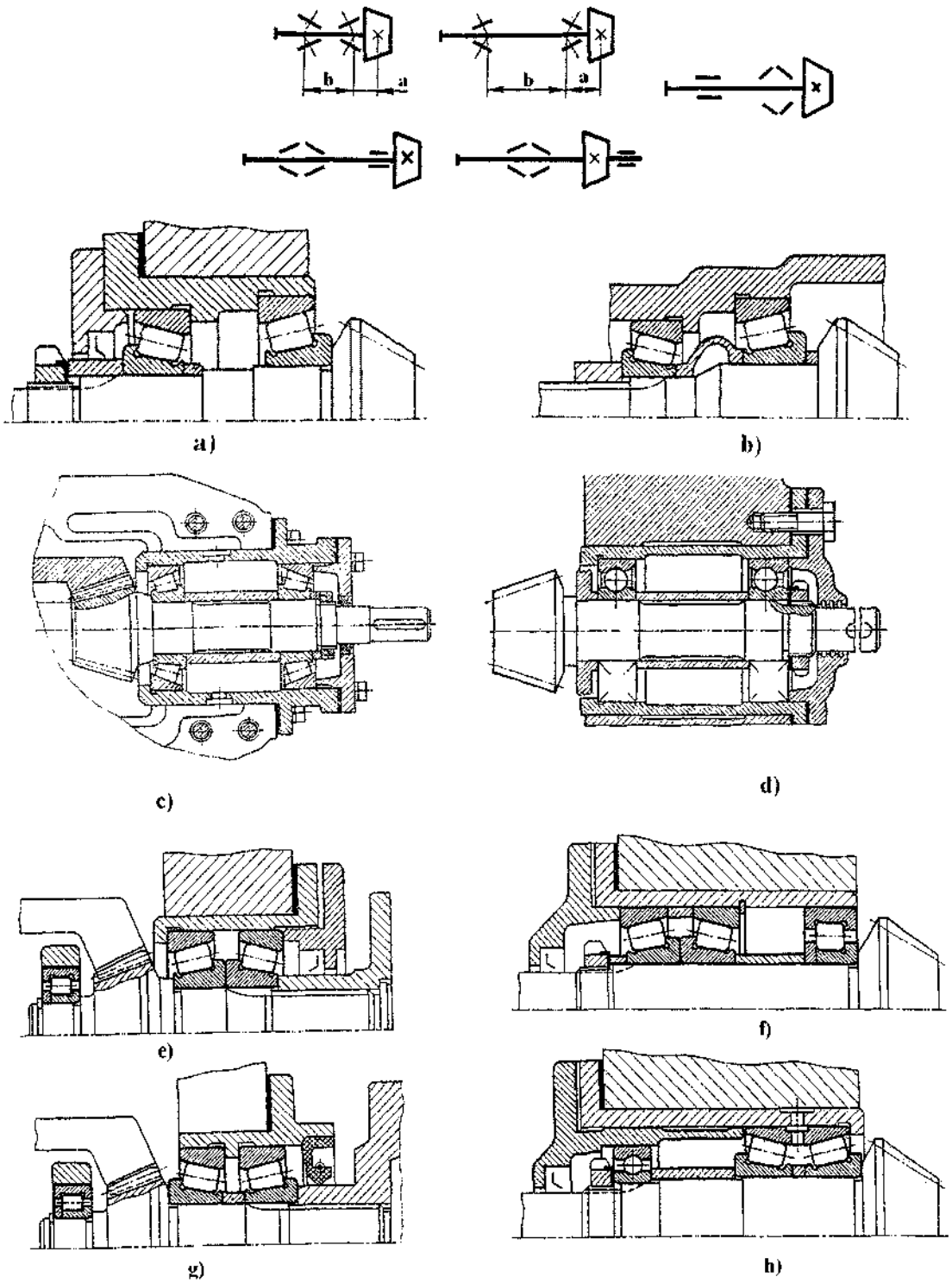


Fig.6.6,b – Lăgăruire pinioane conice

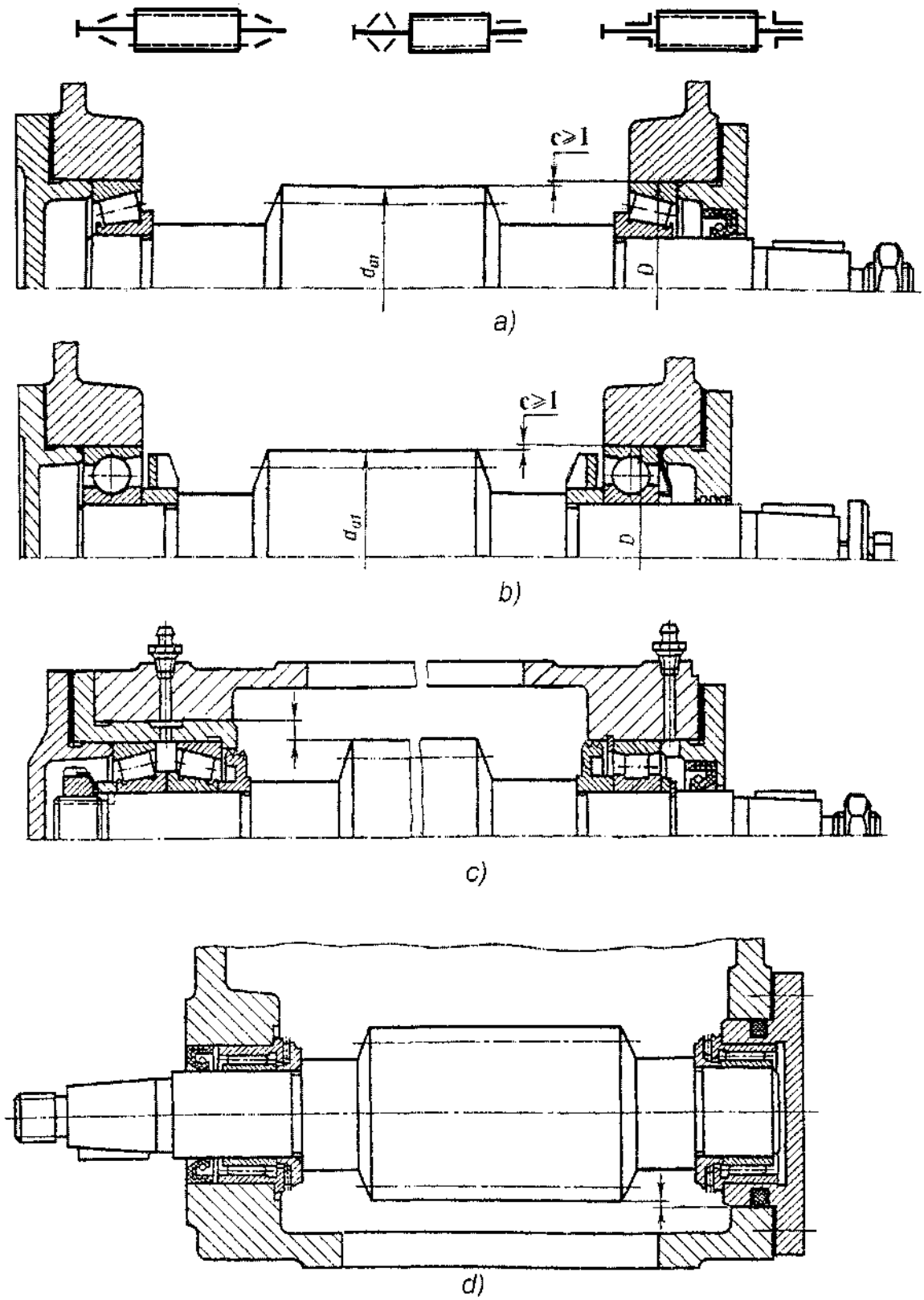
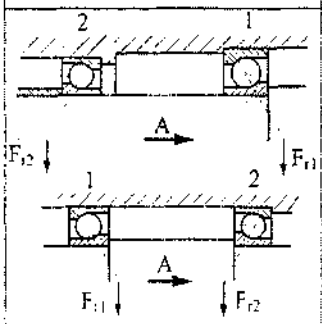
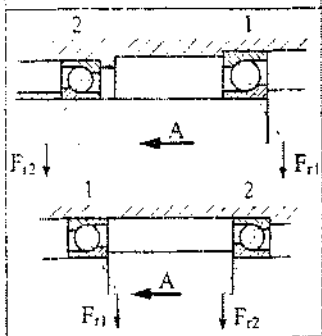
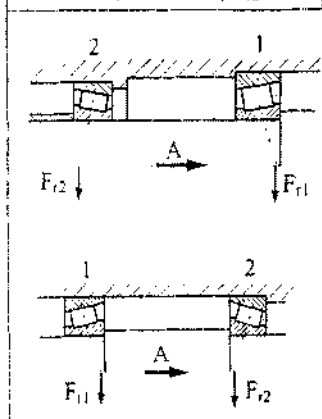
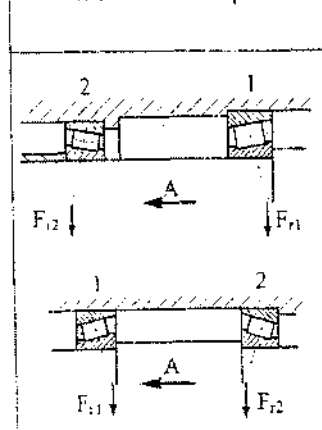


Fig.6.6,c – Lăgăruire arbori melcați

6.10 CALCULUL SARCINII AXIALE TOTALE PE RULMENȚII RADIAL-AXIALI ÎNCĂRCAȚI COMBINAT ÎN MONTAJELE CU CONDUCERE RECIPROCĂ.

Tabelul 6.18

Schema de montaj	Cazul	Condiții de încărcare	Forțele axiale F_a pe rulmenți	
			Lagărul 1	Lagărul 2
	I	$e_1F_{r1} \geq e_2F_{r2}$ $A \geq 0$	$F_{a1} = e_1F_{r1}$	$F_{a2} = e_1F_{r1} + A$
	II	$e_1F_{r1} < e_2F_{r2}$ $A \geq e_2F_{r2} - e_1F_{r1}$	$F_{a1} = e_1F_{r1}$	$F_{a2} = e_1F_{r1} + A$
	III	$e_1F_{r1} < e_2F_{r2}$ $A < e_2F_{r2} - e_1F_{r1}$	$F_{a1} = e_2F_{r2} - A$	$F_{a2} = e_2F_{r2}$
	IV	$e_1F_{r1} < e_2F_{r2}$ $A > 0$	$F_{a1} = e_1F_{r1} + A$	$F_{a2} = e_2F_{r2}$
	V	$e_1F_{r1} > e_2F_{r2}$ $A \geq e_1F_{r1} - e_2F_{r2}$	$F_{a1} = e_2F_{r2} + A$	$F_{a2} = e_2F_{r2}$
	VI	$e_1F_{r1} > e_2F_{r2}$ $A < e_1F_{r1} - e_2F_{r2}$	$F_{a1} = e_1F_{r1}$	$F_{a2} = e_1F_{r1} - A$
	I	$\frac{F_{r1}}{Y_1} \geq \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A \geq 0$	$F_{a1} = \frac{F_{r1}}{2Y_1}$	$F_{a2} = \frac{F_{r1}}{2Y_1} + A$
	II	$\frac{F_{r1}}{Y_1} < \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A \geq \left(\frac{F_{r2}}{2Y_2} - \frac{F_{r1}}{2Y_1}\right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r1}}{2Y_1}$	$F_{a2} = \frac{F_{r1}}{2Y_1} + A$
	III	$\frac{F_{r1}}{Y_1} < \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A > \left(\frac{F_{r2}}{2Y_2} - \frac{F_{r1}}{2Y_1}\right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} - A$	$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{2Y_2}$
	IV	$\frac{F_{r1}}{Y_1} \leq \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A \geq 0$	$F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} + A$	$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{2Y_2}$
	V	$\frac{F_{r1}}{Y_1} > \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A < \left(\frac{F_{r1}}{2Y_1} - \frac{F_{r2}}{2Y_2}\right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} + A$	$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{2Y_2}$
	VI	$\frac{F_{r1}}{Y_1} > \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A < \left(\frac{F_{r1}}{2Y_1} - \frac{F_{r2}}{2Y_2}\right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r1}}{2Y_1}$	$F_{a2} = \frac{F_{r1}}{2Y_1} - A$

6.11 FORȚE REZULTANTE PE RULMENȚI FUNCȚIE DE TIPUL ANGRENAJELOR.

6.11.1 Angrenaj cilindric cu dinți drepți.

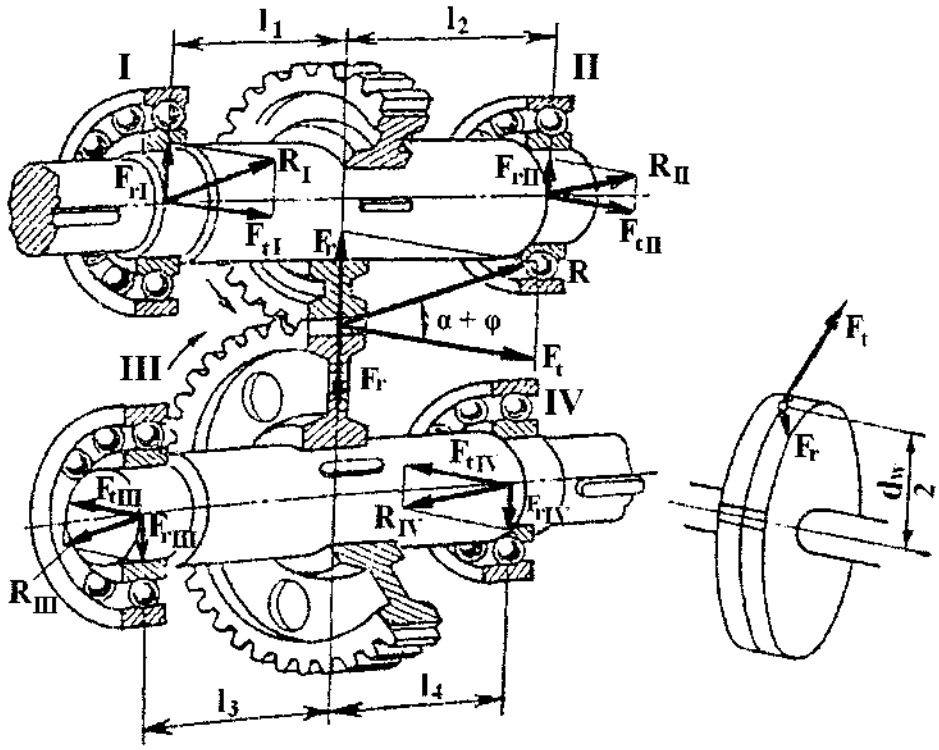


Fig. 6.7

Tabelul 6.19

Numărul lagărului	Încărcarea pe lagăre		
	Datorată forței periferice F_t	Datorată forței radiale F_r	Sarcina rezultantă
I	$F_{tI} = F_t \frac{\ell_2}{(\ell_1+\ell_2)}$	$F_{rI} = F_r \frac{\ell_2}{(\ell_1+\ell_2)}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + F_{rI}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{\ell_2}{(\ell_1+\ell_2)}$
II	$F_{tII} = F_t \frac{\ell_1}{(\ell_1+\ell_2)}$	$F_{rII} = F_r \frac{\ell_1}{(\ell_1+\ell_2)}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + F_{rII}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{\ell_1}{(\ell_1+\ell_2)}$
III	$F_{tIII} = F_t \frac{\ell_4}{(\ell_3+\ell_4)}$	$F_{rIII} = F_r \frac{\ell_4}{(\ell_3+\ell_4)}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + F_{rIII}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{\ell_4}{(\ell_3+\ell_4)}$
IV	$F_{tIV} = F_t \frac{\ell_3}{(\ell_3+\ell_4)}$	$F_{tIV} = F_r \frac{\ell_3}{(\ell_3+\ell_4)}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + F_{rIV}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{\ell_3}{(\ell_3+\ell_4)}$

Observație: $F_r = F_t \cdot tg(\alpha+\varphi)$: $\varphi \approx 3^0$ - unghiul de frecare de alunecare dintre dinți.

6.11.2 Angrenaj cilindric interior cu dinţi drepţi.

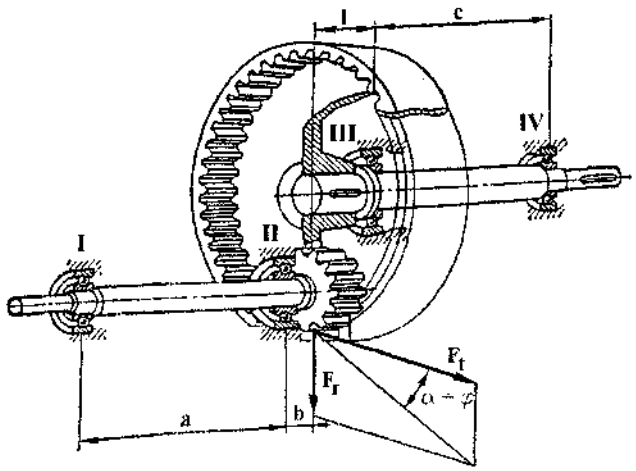


Fig. 6.8

Tabelul 6.20

Numărul lagărului	Încărcarea pe lagăre		
	Datorată forţei periferice F_t	Datorată forţei radiale F_r	Sarcina rezultantă
I	$F_{tI} = F_t \frac{b}{a}$	$F_{rI} = F_r \frac{b}{a}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + F_{rI}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{b}{a}$
II	$F_{tII} = F_t \frac{(a+b)}{a}$	$F_{rII} = F_r \frac{(a+b)}{a}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + F_{rII}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{(a+b)}{a}$
III	$F_{tIII} = F_t \frac{(\ell+c)}{c}$	$F_{rIII} = F_r \frac{(\ell+c)}{c}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + F_{rIII}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{(\ell+c)}{c}$
IV	$F_{tIV} = F_t \frac{\ell}{c}$	$F_{rIV} = F_r \frac{\ell}{c}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + F_{rIV}^2} = \frac{F_t}{\cos(\alpha+\varphi)} \frac{\ell}{c}$

Observaţie: $F_r = F_t \cdot tg(\alpha + \varphi)$; $\varphi \approx 3^0$ - unghiul de frecare de alunecare dintre dinţi

6.11.3 Angrenaj cilindric cu dinţi înclinaţi.

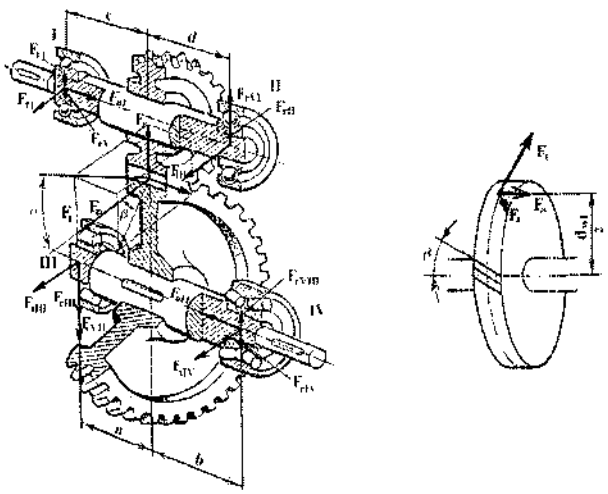


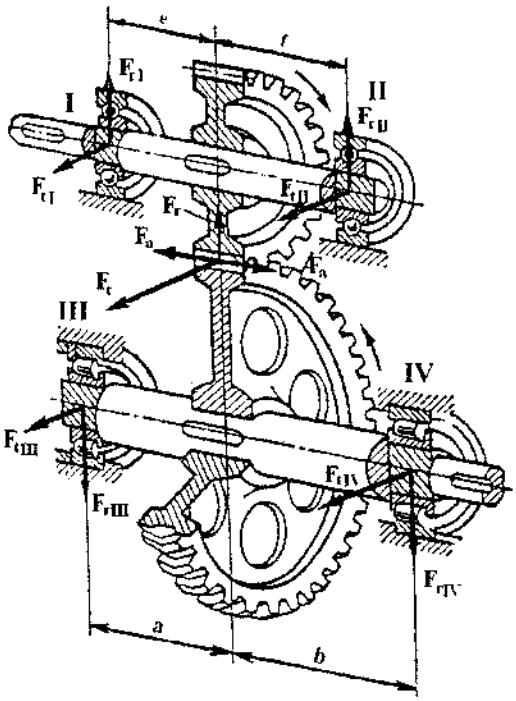
Fig. 6.9

Tabelul 6.21

	Încărcarea pe lagăre			Sarcina rezultantă			
	Datorată forţei periferice F_t	Datorată forţei radiale F_r	Datorată forţei axiale F_a	Înclinarea dintelui pinionului			
				dreapta	stânga	stânga	dreapta
				Sens rotaţie pinion			
				orar	antiorar	orar	antiorar
I	$F_{tI} = F_t \frac{d}{(c+d)}$	$F_{rI} = F_r \frac{d}{(c+d)}$	$F_{rV} = F_a \frac{d_{w1}}{2(c+d)}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} - F_{rV})^2}$		$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} + F_{rV})^2}$	
II	$F_{tII} = F_t \frac{c}{(c+d)}$	$F_{rII} = F_r \frac{c}{(c+d)}$	$F_{rVI} = F_a \frac{d_{w1}}{2(c+d)}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} + F_{rVI})^2}$		$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} + F_{rVI})^2}$	
III	$F_{tIII} = F_t \frac{b}{(a+b)}$	$F_{rIII} = F_r \frac{b}{(a+b)}$	$F_{rVII} = F_a \frac{d_{w2}}{2(a+b)}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} + F_{rVII})^2}$		$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} - F_{rVII})^2}$	
IV	$F_{tIV} = F_t \frac{a}{(a+b)}$	$F_{rIV} = F_r \frac{a}{(a+b)}$	$F_{rVIII} = F_a \frac{d_{w2}}{2(a+b)}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} - F_{rVIII})^2}$		$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} + F_{rVIII})^2}$	

Observaţie: $F_r = F_t \frac{tg(\alpha_n + \varphi)}{\cos\beta}$;

6.11.4 Angrenaj cilindric cu dantura în V.



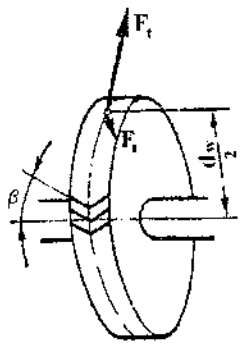


Fig.6.10

Tabelul 6.22

Număr lagăr	Încărcarea pe lagăre		
	Datorată forţei periferice F_t	Datorată forţei radiale F_r	Sarcina rezultantă
I	$F_{tI} = F_t \frac{f}{(e+f)}$	$F_{rI} = F_r \frac{f}{(e+f)}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + F_{rI}^2} = F_t \frac{f}{(e+f)} \sqrt{1 + \left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$
II	$F_{tII} = F_t \frac{e}{(e+f)}$	$F_{rII} = F_r \frac{e}{(e+f)}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + F_{rII}^2} = F_t \frac{e}{(e+f)} \sqrt{1 + \left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$
III	$F_{tIII} = F_t \frac{b}{(a+b)}$	$F_{rIII} = F_r \frac{b}{(a+b)}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + F_{rIII}^2} = F_t \frac{b}{(a+b)} \sqrt{1 + \left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$
IV	$F_{tIV} = F_t \frac{a}{(a+b)}$	$F_{rIV} = F_r \frac{a}{(a+b)}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + F_{rIV}^2} = F_t \frac{a}{(a+b)} \sqrt{1 + \left[\frac{tg(\alpha+\varphi)}{\cos\beta}\right]^2}$

Observaţie: $F_r = F_t \frac{tg(\alpha_n + \varphi)}{\cos\beta}$

6.11.5 Angrenaj conic cu dinţi drepţi.

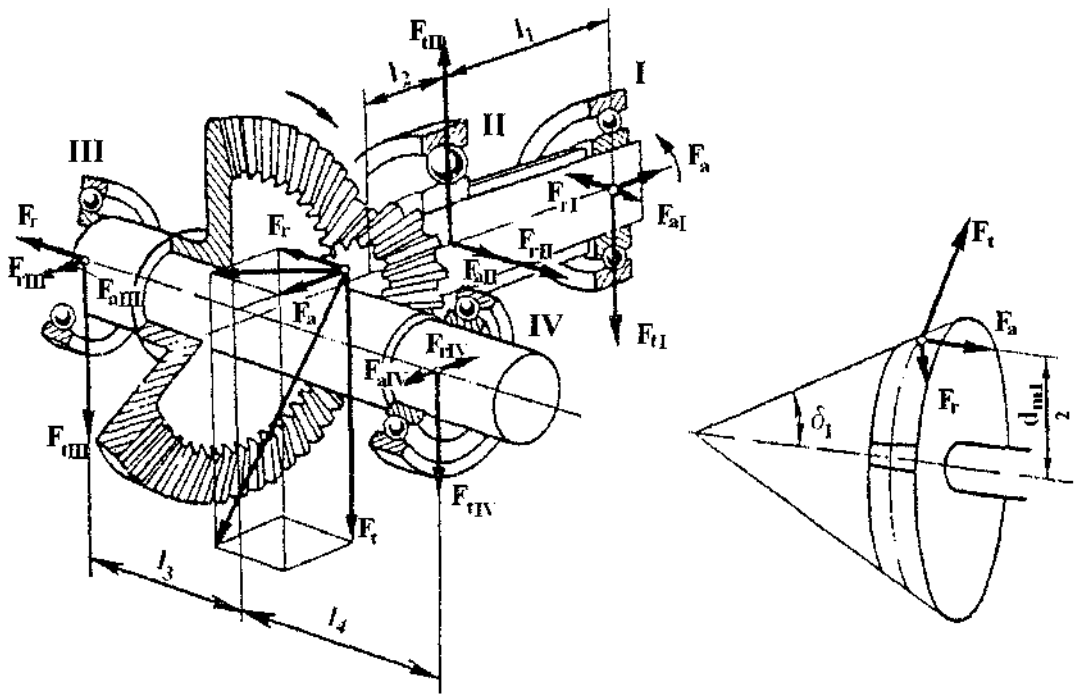


Fig.6.11

Tabelul 6.23

Număr lagăr	Încărcarea pe lagăre			
	Datorată forței periferice F_t	Datorată forței radiale F_r	Datorată forței axiale F_a	Sarcina rezultantă
I	$F_{tI} = F_t \frac{\ell_2}{\ell_1}$	$F_{rI} = F_r \frac{\ell_2}{\ell_1}$	$F_{aI} = F_a \frac{d_{w1}}{2\ell_1}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} - F_{aI})^2}$
II	$F_{tII} = F_t \frac{(\ell_1 + \ell_2)}{\ell_1}$	$F_{rII} = F_r \frac{(\ell_1 + \ell_2)}{\ell_1}$	$F_{aII} = F_a \frac{d_{w1}}{2\ell_1}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} + F_{aII})^2}$
III	$F_{tIII} = F_t \frac{\ell_4}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{rIII} = F_r \frac{d_{w2}}{2(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{aIII} = F_a \frac{\ell_4}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} + F_{aIII})^2}$
IV	$F_{tIV} = F_t \frac{\ell_3}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{rIV} = F_r \frac{d_{w2}}{2(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{aIV} = F_a \frac{\ell_3}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} - F_{aIV})^2}$

Observații: $F_r = F_t \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cos\delta_1$

$F_a = F_{a1} = F_t \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \sin\delta_1$

6.11.6 Angrenaj melcat cilindric.

Tabelul 6.24.a

Număr lagăr	Reacțiunea			Sarcina rezultantă pentru melc pe dreapta și sens de rotație orar
	datorită forței F_{t1}	datorită forței F_{r1}	datorită forței F_{a1}	
I	$F_{tI} = F_{t1} \frac{\ell_2}{(\ell_1 + \ell_2)}$	$F_{rI} = F_{r1} \frac{\ell_2}{(\ell_1 + \ell_2)}$	$F_{aI} = F_{a1} \frac{r_1}{(\ell_1 + \ell_2)}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} - F_{aI})^2}$
II	$F_{tII} = F_{t1} \frac{\ell_1}{(\ell_1 + \ell_2)}$	$F_{rII} = F_{r1} \frac{\ell_1}{(\ell_1 + \ell_2)}$	$F_{aII} = F_{a1} \frac{r_1}{(\ell_1 + \ell_2)}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} - F_{aII})^2}$
III	$F_{tIII} = F_{t1} \frac{r_2}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{rIII} = F_{r1} \frac{\ell_4}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{aIII} = F_{a1} \frac{\ell_4}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} - F_{aIII})^2}$
IV	$F_{tIV} = F_{t1} \frac{r_2}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{rIV} = F_{r1} \frac{\ell_3}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$F_{aIV} = F_{a1} \frac{\ell_3}{(\ell_3 + \ell_4)}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} + F_{aIV})^2}$

Observații: $F_{t1} = F_{a2}$; $F_{r1} = F_{r2}$; $F_{a1} = F_{t2}$;

$$F_{r1} = F_{t1} \frac{\sin\alpha_n}{(\cos\alpha_n \cdot \sin\gamma + \mu \cdot \cos\gamma)} \quad ; \quad F_{a1} = F_{t1} \frac{(\cos\alpha_n \cdot \cos\gamma - \mu \cdot \sin\gamma)}{(\cos\alpha_n \cdot \sin\gamma + \mu \cdot \cos\gamma)};$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{z_1 \cdot P_x}{2\pi \cdot r_1};$$

$\mu = 0.02 \ldots 0.03$ - oțel/bronz; $\mu = 0,1$ - fontă/fontă;

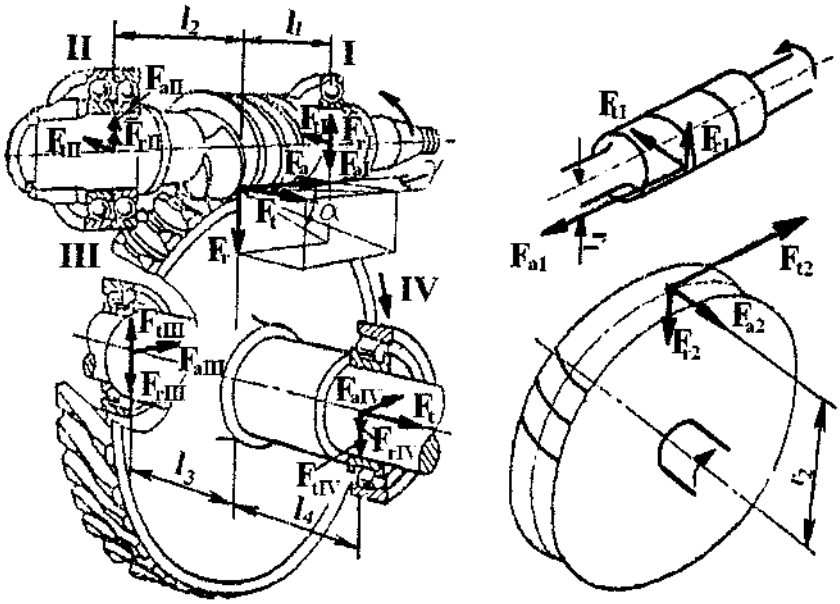


Fig. 6.12

Tabelul 6.24.b

Număr lagăr	Sarcina rezultantă		
	pentru melc pe dreapta și sens de rotație antiorar	pentru melc pe stânga și sens de rotație :	
		orar	antiorar
I	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} + F_{aI})^2}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} + F_{aI})^2}$	$R_I = \sqrt{F_{tI}^2 + (F_{rI} - F_{aI})^2}$
II	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} - F_{aII})^2}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} + F_{aII})^2}$	$R_{II} = \sqrt{F_{tII}^2 + (F_{rII} + F_{aII})^2}$
III	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} + F_{aIII})^2}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} - F_{aIII})^2}$	$R_{III} = \sqrt{F_{tIII}^2 + (F_{rIII} + F_{aIII})^2}$
IV	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} - F_{aIV})^2}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} + F_{aIV})^2}$	$R_{IV} = \sqrt{F_{tIV}^2 + (F_{rIV} - F_{aIV})^2}$

6.12 MONTAREA ȘI DEMONTAREA RULMENȚILOR.

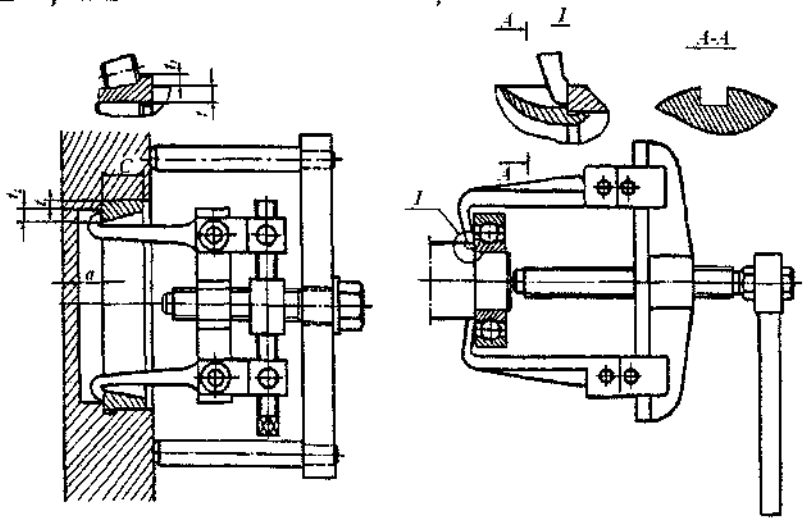


Fig.6.13

Tabelul 6.25

Diametrul arborelui d	≤ 15	15 < ..... ≤ 50	50 < ... ≤100
$t_1 = t_2$	1	2	3,5
a	≈ (0,4 ... 0,5).C		

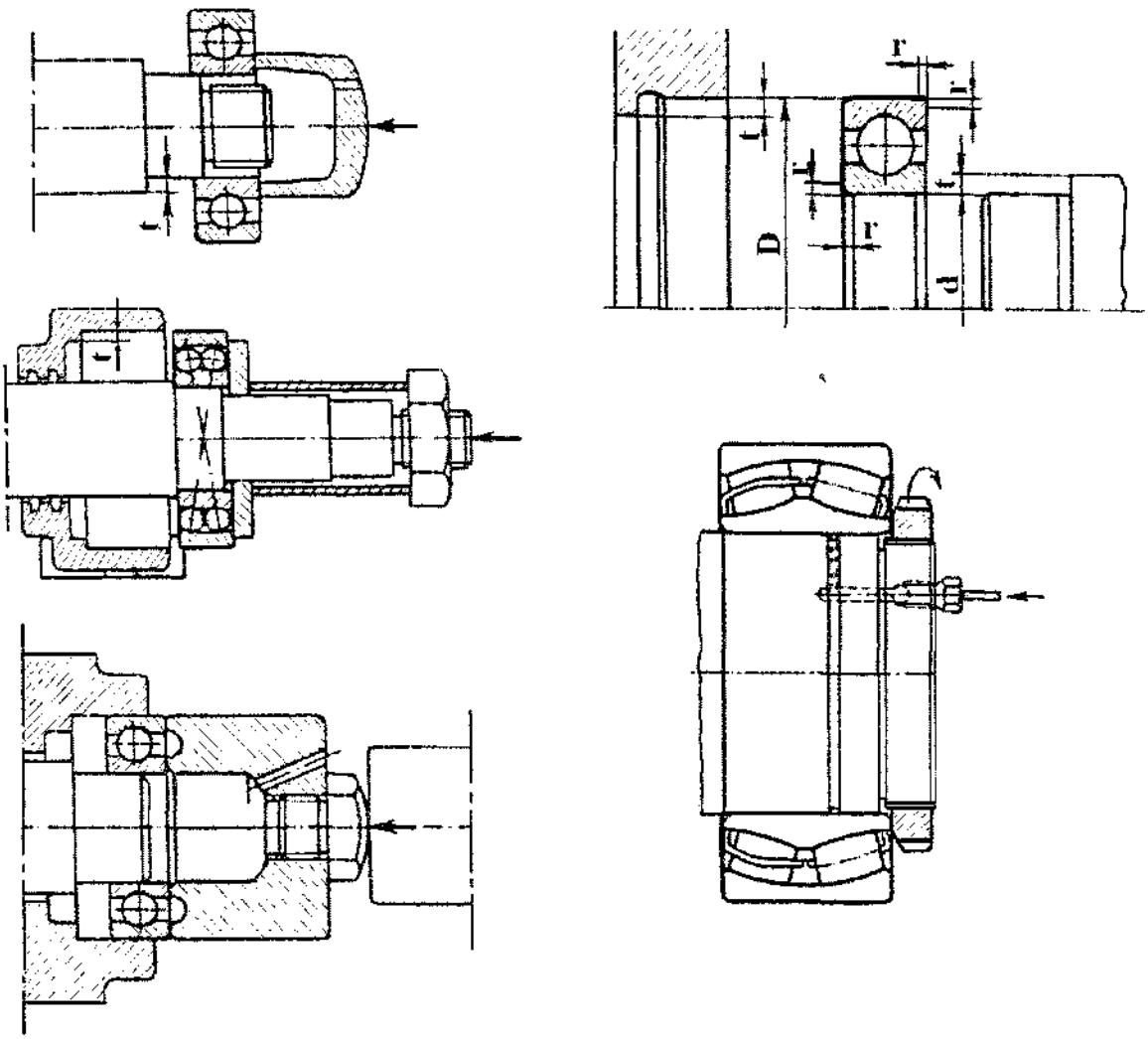


Fig.6.14

Tabelul 6.26

r , mm	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
t , mm	1,0	1,8	2,5	3,0	4,0	4,8	5,5	6,5

6.13 VALORI ORIENTATIVE PENTRU COEFICIENŢII DE FRECARE LA RULMENŢI.

Tabelul 6.27

Tipul rulmentului	μ		Tipul rulmentului	μ	
	Sarcină radială	Sarcină combinată		Sarcină radială	Sarcină combinată
Rulmenţi cu bile			*Rulmenţi cu role*		
Radiali pe un singur rând	0,002	0,004	Radiali cu role cilindrice scurte	0,0025	-
Radiali-axiali	0,003	0,005	Radiali cu role cilindrice lungi	0,005	-
Radiali oscilanţi	0,002	0,003	Radiali cu ace	0,01	-
Axiali	-	0,004	Oscilanţi cu role butoi	0,004	0,006
			Radiali-axiali cu role conice	-	0,01

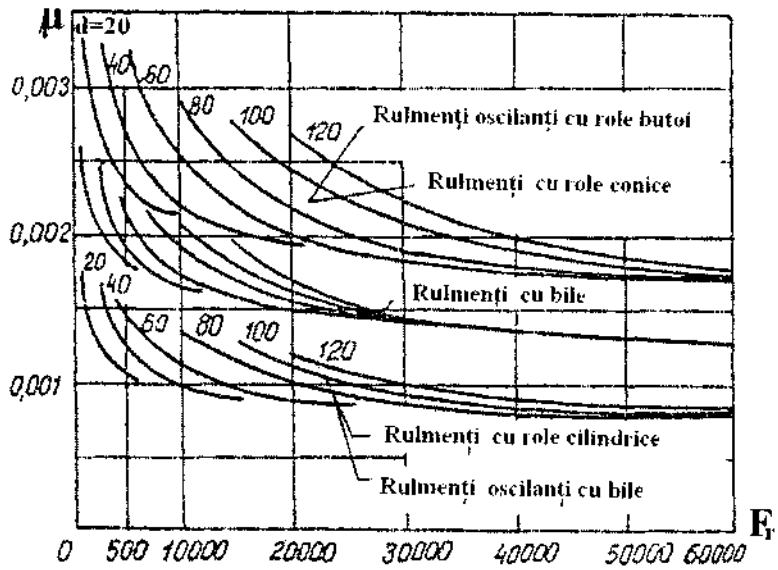


Fig.6.15

6.14 UNGHIURI DE ROTIRE ADMISE PE LAGĂRE.

Tabelul 6.28

Tipul rulmenţilor	Unghiul de rotire admis α	
	grade	radiani
Radiali cu bile	2` ... 10`	$5,8 \dots 9,2.10^{-4}$
Radiali cu role cilindrice pe un rând	3` ... 4`	$8,7 \dots 11,6.10^{-4}$
Radiali-axiali cu bile	2` ... 10`	$5,8 \dots 9,2.10^{-4}$
Radiali-axiali cu role conice	2` ... 4`	$5,8 \dots 11,6.10^{-4}$
Radiali oscilanţi cu bile pe două rânduri	$1,5^0 \dots 3^0$	$2,6 \dots 5,2.10^{-2}$
Radiali oscilanţi cu role butoi pe un rând	4^0	$6,9.10^{-2}$
Radiali oscilanţi cu role butoi pe două rânduri	$1,5^0 \dots 3,5^0$	$2,6 \dots 6,1.10^{-2}$
Axiali-oscilanţi cu role	$1^0 \dots 3^0$	$1,7 \dots 5,2.10^{-2}$
Radiali-oscilanţi cu ace	3^0	$5,2.10^{-2}$

6.15 REPREZENTAREA ÎN DESEN A RULMENŢILOR (STAS 8953).

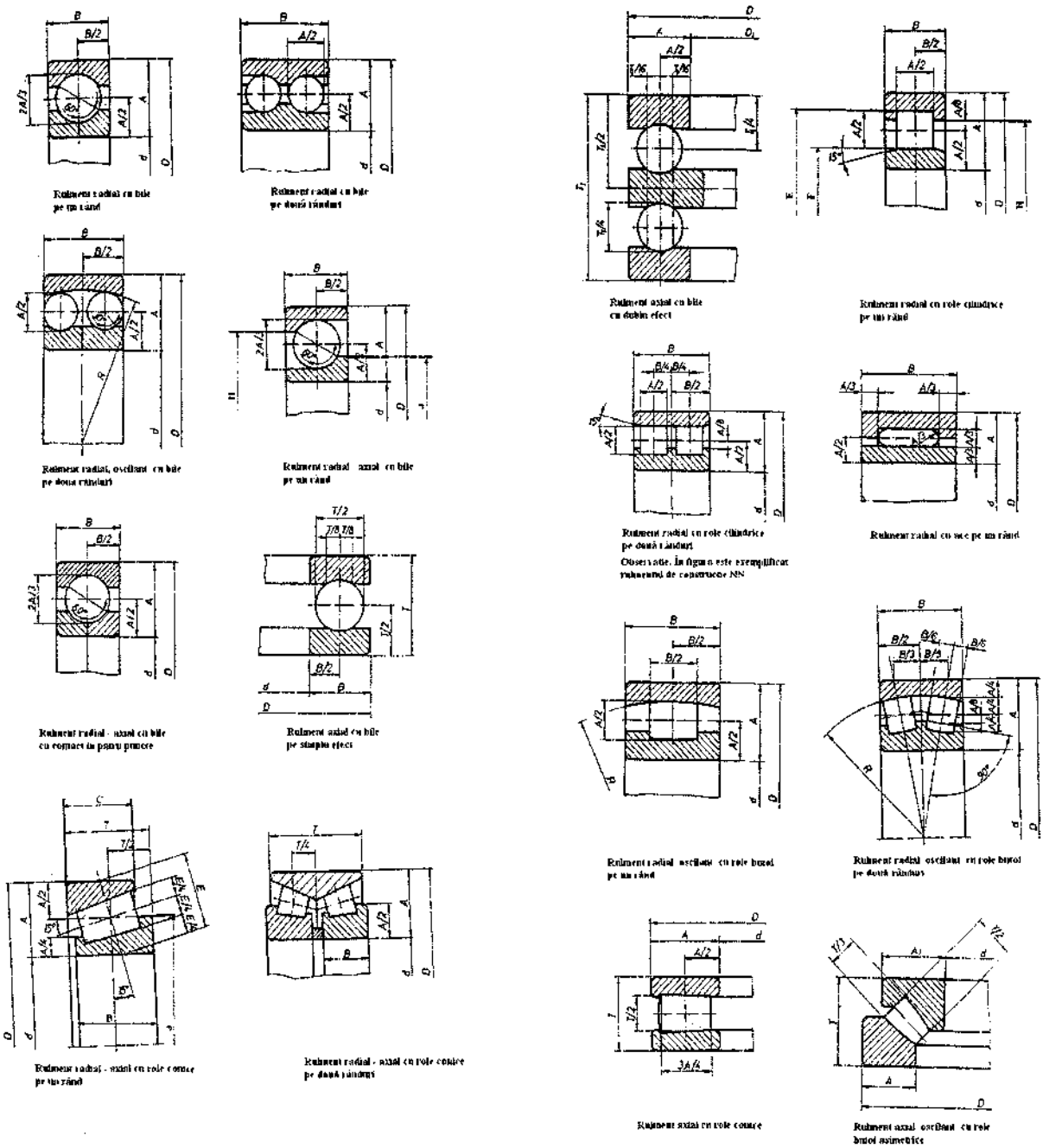

Rulment radial cu bile pe un rând
Rulment radial cu bile pe două rânduri
Rulment radial, oscilant cu bile pe două rânduri
Rulment radial - axial cu bile pe un rând
Rulment radial - axial cu bile cu contact în patru puncte
Rulment axial cu bile pe simplu efect
Rulment radial - axial cu role conice pe un rând
Rulment radial - axial cu role conice pe două rânduri
Rulment axial cu bile cu dublu efect
Rulment radial cu role cilindrice pe un rând
Rulment radial cu role cilindrice pe două rânduri
Observație. În figură este exemplificat rulmentul de construcție NN
Rulment radial cu ace pe un rând
Rulment radial oscilant cu role butoi pe un rând
Rulment radial oscilant cu role butoi pe două rânduri
Rulment axial cu role conice
Rulment axial oscilant cu role butoi asimetrice

Fig.6.16

6.16 OȚELURI PENTRU RULMENȚI (SR EN ISO 683 – 17 / 2002).

6.16.1 Simbolizarea oțelurilor comparabile.

Tabelul 6.29

Simbolizarea oțelului conform :			
ISO 683 – 17 / 1999		EN 10027 – 2 / 1992	J I S
Numărul oțelului	Marca de oțel	Marca de oțel	Marca de oțel
Oțeluri cu călire pătrunsă pentru rulmenți			
B1	100Cr6	1.3505	SUJ2
B2	100CrMnSi4-4	1.3518	SUJ3
B3	100CrMnSi6-4	1.3520	-
B4	100CrMnSi6-6	1.3519	-
B5	100CrMo7	1.3537	-
B6	100CrMo7-3	1.3536	-
B7	100CrMo7-4	1.3538	-
B8	100CrMnMoSi8-4-6	1.3539	-
Oțeluri de cementare pentru rulmenți			
B20	20Cr3	1.3559	-
B21	20Cr4	1.7027	SCr420
B22	20MnCr4-2	1.3515	-
B23	17MnCr5	1.3521	-
B24	19MnCr5	1.3523	-
B25	15CrMo4	1.3566	SCM415
B26	20CrMo4	1.3567	SCM420
B27	20MnCrMo4-2	1.3570	-
B28	20NiCrMo2	1.6522	SNCM220
B29	20NiCrMo7	1.3576	SNCM420
B30	18CrNiMo7-6	1.6587	-
B31	18NiCrMo14-6	1.3533	-
B32	16NiCrMo16-5	1.3532	-
Oțeluri pentru călire prin inducție pentru rulmenți			
B40	C56E2	1.1219	S55C
B41	56Mn4	1.1233	-
B42	70Mn4	1.1244	-
B43	43CrMo4	1.3563	SCM440
Oțeluri inoxidabile pentru rulmenți			
B50	X47Cr14	1.3541	-
B51	X65Cr14	1.3542	-
B52	X108CrMo17	1.3543	SUS440C
B53	X89CrMoV18-1	1.3549	-
Oțeluri refractare pentru rulmenți			
B60	80MoCrV42-16	1.3551	-
B61	13MoCrNi42-16-14	1.3555	-
B62	XWMoCrV6-5-4	1.3553	SKH51
B63	XWCrV18-4-1	1.3558	SKH2

6.17 PIULIŢE ŞI ŞAIBE PENTRU PIULIŢELE RULMENŢILOR.

6.17.1 Piulițe pentru rulmenți (STAS 5816).

Fixarea rulmenţilor pe arbori se face în două moduri:
-piulițe KM : prin intermediul bucşelor de strângere;
-piulițe KME : fixare direct pe arbore.

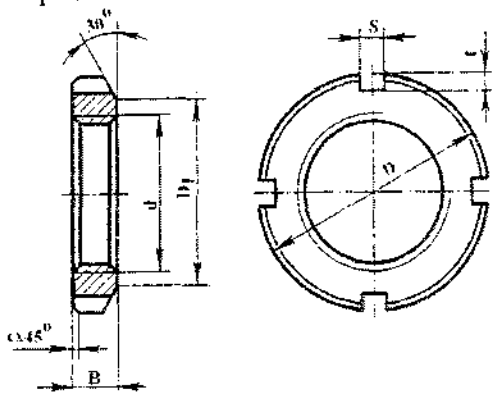


Fig. 6.17

Tabelul 6.30

Simbol	Filet d	D (h12)	D_1 (h14)	B (h14)	S (H14)	t (H15)	Şaiba[1] STAS 5815
KM 3	M17 x 1	28	24	5	4	2	MB 3
KME 3				8			MBA 3
KM 4	M20 x 1	32	26	6	4	2	MB 4
KME 4				9			MBA 4
KM 5	M25 x 1,5	38	32	7	5	2	MB 5
KME 5				10			MBA 5
KM 6	M30 x 1,5	45	38	7	5	2	MB 6
KME 6				10			MBA 6
KM 7	M35 x 1,5	52	44	8	5	2	MB 7
KME 7				11			MBA 7
KM 8	M40 x 1,5	58	50	9	6	2,5	MB 8
KME 8				11			MBA 8
KM 9	M45 x 1,5	65	56	10	6	2,5	MB 9
KME 9				12			MBA 9
KM 10	M50 x 1,5	70	61	11	6	2,5	MB 10
KME 10				13			MBA 10
KM 11	M55 x 2	75	67	11	7	3	MB 11
KME 11				13			MBA 11
KM 12	M60 x 2	80	73	11	7	3	MB 12
KME 12				14			MBA 12
KM 13	M65 x 2	85	79	12	7	3	MB 13
KME 13				14			MBA 13
KM 14	M70 x 2	92	85	12	8	3,5	MB 14
KME 14				14			MBA 14

Observaţii: (1) includ şi şaibele tip MBB cu aceiaşi cifră ;
Notare: denumire , simbol , STAS ; **exemplu:** Piuliță KM 5 STAS 5816;
$cx45° = 1x45°$

6.17.2 Şaibe pentru piuliţele rulmenţilor (STAS 5815).

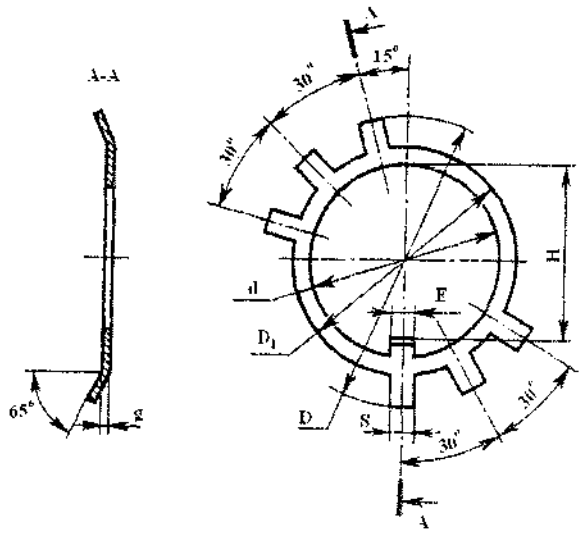


Fig.6.18

Tabelul 6.31

Simbol seria MB	d (C11)	D	D_1 (H14)	H (C11)	E (h13)	S (h14)	g	Piuliţă STAS 5816
MB 3	17	32	24	15,5	4	4	1	KM 3
MB 4	20	36	26	18,5	4	4	1	KM 4
MB 5	25	42	32	23	5	5	1,25	KM 5
MB 6	30	49	38	27,5	5	5	1,25	KM 6
MB 7	35	57	44	32,5	6	5	1,25	KM 7
MB 8	40	62	50	37,5	6	6	1,25	KM 8
MB 9	45	69	56	42,5	6	6	1,25	KM 9
MB 10	50	74	61	47,5	6	6	1,25	KM 10
MB 11	55	81	67	52,5	8	7	1,25	KM 11
MB 12	60	86	73	57,5	8	7	1,50	KM 12
MB 13	65	92	79	62,5	8	8	1,50	KM 13
MB 14	70	98	85	66,5	8	8	1,50	KM 14

Observaţii: **Notare:** denumire, simbol, STAS;
Exemplu: Şaibă MB 6 STAS 5815.

7. ROŢI DINŢATE. ANGRENAJE.

7.1 ELEMENTE SPECIFICE TRANSMISIILOR.

7.1.1 Randamente.

Tabelul 7.1

Elementul transmisiei	η
Treaptă dinţată din reductor închis	
- cilindrică	0,96 ... 098
- conică	0,95 ... 0,97
Transmisie dinţată deschisă	
- cilindrică	0,92 .. 0,94
- conică	0,91 ... 0,93
Treaptă dinţată melcată	
- cu un început	0,70 ... 0,75
- cu două începuturi	0,75 ... 0,82
- cu trei şi patru începuturi	0,82 ... 0,92
Transmisie prin curea	
- lată	0,95 ... 0,97
- trapezoidală	0,94 ... 0,96
Transmisie prin lanţ cu role şi lanţ dinţat	
- închisă	0,95 ... 0,97
- deschisă	0,91 ... 0,93
Rulmenţi cu un rând de corpuri de rulare	0,99 ... 0,995
Lagăre cu alunecare	
- frecare fluidă	0,99 ... 0,995
- frecare mixtă	0,975 ... 0,985
Cuplaje compensatoare	0,985 ... 0,995

7.1.2 Rapoarte de transmitere.

Tabelul 7.2

Tipul transmisiei	u_{12}
Dinţată în reductor	3 6
Dinţată deschisă	
- cilindrică	4 6
- conică	3 5
Melcată	
-cu un singur început	28 80
-cu două începuturi	14 40
Prin lanţ	2 6
Prin curea	2 4

7.1.3 Erori admise la rapoartele de transmitere standardizate.

Tabelul 7.3

Tip reductor	Δu_{12}
Reductoare cilindrice şi conice cu o treaptă	3 %
Reductoare conico-cilindrice sau cilindrice cu două trepte	4 %
Reductoare cilindrice sau conico-cilindrice cu trei trepte	5 %
Reductoare melcate	4 %

7.1.4 Rapoarte de transmitere la reductoare construcţii obişnuite.

Tabelul 7.4

Reductor	Raport de transmitere	Reductor	Raport de transmitere
Cilindric		Conico – cilindric	
- cu o treaptă	1,8 ... 8	- cu două trepte	6,3 ... 31,5
- planetar cu o treaptă	6,3 ... 12,5	- cu trei trepte	35,5 ... 160
- cu două trepte	8 ... 50		
- planetar cu două trepte	31,5 ... 125		
- cu trei trepte	28 ... 200		
Conic cu o treaptă	3,15 ... 5	Melcat	
		- cu o treaptă	8 ... 80
		- cu două trepte	100 ... 4000
		- globoidal cu o treaptă	10 ... 63

Observaţie: Pentru reductoare cilindrice cu o treaptă nu se recomandă $u_{12} > 6,3$ şi pentru reductoare conice cu o treaptă $u_{12} > 5$.

7.1.5 Angrenaje - valori standardizate ale modulului, raportului de transmitere şi distanţei axiale.

Tabelul 7.5

Modulul m , mm STAS 822	Mecanică generală şi grea	**1**; 1,125; **1,25**; 1,375; **1,5**; 1,75; **2**; 2,25; **2,5**; 2,75; **3**; 3,5; **4**; 4,5; **5**; 5,5; **6**; 7; **8**; 9; **10**; 11; **12**; 14; **16**; 18; **20**; 22; **25**; 28; **32**; 36; **40**; 45; **50**; 55; **60**; 70; **80**; 90;100
Raportul de transmitere u_{12} STAS 6012	Şirul de bază	**1**; 1,12; **1,25**; 1,4; **1,6**; 1,8; **2**; 2,24; **2,5**; 2,8; **3,15**; 3,55; **4**; 4,5; **5**; 5,6; **6,3**; 7,1; **8**; 9
	Şirul complet	10^n x şirul de bază n = 0; 1; 2 pentru reductoarele de uz general
Distanţa dintre axe a , mm STAS 6055	Mecanică generală şi grea	**40**; 45; **50**; 56; **63**; 71; **80**; 90; **100**; 112; **125**; 140; **160**; 180; **200**; 225; **250**; 280; **315**; 355; **400**; 450; **500**; 560; **630**; 710; **800**; 900; **1000**; 1120; **1250**; 1400; **1600**; 1800; **2000**; 2250; 2500

Observaţii: Se recomandă folosirea valorilor tipărite cu caractere aldine (şirul R 10);
În construcţia de automobile se admite folosirea modulilor 3,25; 3,75 şi 4,25;
În construcţia de tractoare se admite folosirea modulului 6,5

7.1.6 Angrenaje melcate – valori ale modulului şi coeficientului diametral.

Tabelul 7.6

Gama modulilor pentru angrenaje cu melc cilindric m_x, mm (STAS 822)									
0,1	0,125	0,16	0,20	0,25	0,315	0,40	0,50	0,63	0,80
1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8
10	12,5	16	20	25	-	-	-	-	-

Observaţie: Se admite şi folosirea modulilor 0,12 : 0,15 ; 0,30 ; 0,60 ; 1,5 ; 3 ; 3,5 ; 6 ; 7 şi 12.

Tabelul 7.7

Valorile coeficientului diametral q (STAS 6845)							
m_x	1 ... 1,6	2 şi 2,5	3 ... 4	5 ... 6,3	7 ... 10	12 ... 16	20 şi 25
q	12	10	10	9	9	8	7
	14	**12**	**11**	**10**	**10**	**9**	**8**
	16	14	12	12	11	10	9

Observaţie: Coeficienţii diametrali tipăriţi cu caractere aldine sunt preferenţiali.

7.1.7 Înălţimi la axe (STAS 2741).

Tabelul 7.8

I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
25	25	25	25	63	80	80	80	250	250	250	250	630	800	800	800
			26				85				265				850
		28	28			90	90			280	280			900	900
			30				95				300				950
	32	32	32	100	100	100	100		315	315	315	1000	1000	1000	1000
			34				106				335				1060
		36	36			112	112			355	355			1120	1120
			38				118				375				1180
40	40	40	40		125	125	125	400	400	400	400		1250	1250	1250
			42				132				425				1320
		45	45			140	140			450	450			1400	1400
			48				150				475				1500
	50	50	50	160	160	160	160		500	500	500	1600	1600	1600	1600
			53				170				530				1700
		56	56			180	180			560	560			1800	1800
			60				190				600				1900
63	63	63	63		200	200	200	630	630	630	630		2000	2000	2000
			67				212				670				2120
		71	71			225	225			710	710			2240	2240
			75				236				750				2360
												2500	2500	2500	2500

Observaţie. Valorile din tabel se referă la înălţimi la axe la maşini motoare şi receptoare, cu axa de rotaţie orizontală, destinate a fi cuplate direct între ele.

7.1.8 Turaţii tipizate:

Tabelul 7.9

n , min^{-1}	500	600	750	1000	1500	3000

7.2 ANGRENAJE. PARAMETRII PRINCIPALI.

7.2.1 Angrenaje cilindrice exterioare cu dinţi înclinaţi – parametrii principali (STAS 12223).

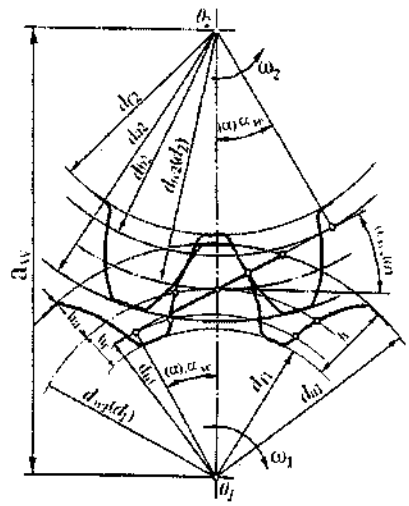


Fig.7.1

Parametrii profilului de referinţă (STAS 821) au valorile :
$\alpha_n = 20^0$ – unghiul de angrenare , în plan normal ;
$h_{an}^* = 1$ - coeficientul înălţimii capului de referinţă , în plan normal ;
$c_n^* = 0{,}25$ - coeficientul jocului de referinţă la capul dintelui , în plan normal .
Distanţa axială de referinţă :

$$a = \frac{m_t}{2}\cdot(z_1+z_2) = \frac{m_n}{2\cdot\cos\beta}(z_1+z_2) = \frac{m_n\cdot z_1}{2\cdot\cos\beta}\cdot(1+u_{12}) = \frac{m_n\cdot z_\Sigma}{2\cdot\cos\beta}$$

m_n – modulul în plan normal (STAS 822)
$\beta = 8^0 ... 20^0$ – unghiul de înclinare a danturii pe cilindrii de divizare
$z_\Sigma = z_1 + z_2$ - suma numerelor de dinţi ale roţilor
Distanţa axială reală :

$$a_w = a\cdot\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}}$$

Unghiul de presiune de referinţă în plan frontal :

$$\alpha_t = \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_n}{\cos\beta}\right)$$

Unghiul de angrenare în plan frontal :

$$\alpha_{tw} = \arccos\left(\frac{a\cdot\cos\alpha_t}{a_w}\right)$$

Ecuaţia fundamentală a angrenajului :

$$\operatorname{inv}\alpha_{tw} = \operatorname{inv}\alpha_t + \frac{2\cdot x_{\Sigma t}\cdot\operatorname{tg}\alpha_t}{z_1+z_2}$$

$$\operatorname{inv}\alpha_{tw} = \operatorname{inv}\alpha_t + \frac{2\cdot x_{\Sigma n}\cdot\operatorname{tg}\alpha_n}{z_1+z_2}$$

$$\operatorname{inv}\alpha_t = \operatorname{tg}\alpha_t^0 - \alpha_t^{rad}$$

$$\operatorname{inv}\alpha_{tw} = \operatorname{tg}\alpha_{tw}^0 - \alpha_{tw}^{rad}$$

$$\alpha_t^{rad} = \alpha_t^0\cdot\frac{\pi}{180^0}$$

Suma coeficienţilor deplasărilor de profil în plan frontal :

$$x_{t\Sigma} = x_{t1} + x_{t2} = \frac{(z_1+z_2)}{2\cdot\operatorname{tg}\alpha_t}\cdot(\operatorname{inv}\alpha_{tw} - \operatorname{inv}\alpha_t)$$

Suma coeficienţilor deplasărilor de profil în plan normal :

$$x_{n\Sigma} = x_{n1} + x_{n2} = \frac{(z_1+z_2)}{2\cdot\operatorname{tg}\alpha_n}(\operatorname{inv}\alpha_{tw} - \operatorname{inv}\alpha_t)$$

Observaţie. Mărimea $x_{n\Sigma}$ se repartizează pe roţi după criteriul admis .

Coeficienţii deplasărilor de profil în plan frontal :

$$x_{t1,2} = x_{n1,2}\cdot\cos\beta$$

Coeficientul de modificare a distanţei axiale în plan frontal :

$$y_t = \frac{(z_1+z_2)}{2}\cdot\left(\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}} - 1\right) = \frac{a_w - a}{m_t}$$

Coeficientul de modificare a distanţei axiale în plan normal :

$$y_n = \frac{a_w - a}{m_n}$$

Scurtarea specifică a înălţimii dinţilor în plan frontal:

$\Delta y_t = x_{t1} + x_{t2} - y_t = x_{t\Sigma} - y_t$

Scurtarea specifică a înălţimii dinţilor în plan normal:

$\Delta y_n = x_{n1} + x_{n2} - y_n = x_{n\Sigma} - y_n$

Raportul de transmitere :

$$u_{12} = i_{12} = \frac{z_2}{z_1}$$

Diametrele cercurilor de divizare:

$$d_{1,2} = m_t \;\; z_{1,2} = \frac{m_n}{\cos\beta} \cdot z_{1,2}$$

Diametrele cercurilor de bază:

$$d_{b1,2} = d_{1,2} \cdot \cos\alpha_t$$

Diametrele cercurilor de rostogolire:

$$d_{w1,2} = d_{1,2} \; \frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}}$$

$$d_{w1} = \frac{2 \cdot a_w}{u_{12}+1} = \frac{2 \cdot a_w \cdot z_1}{z_1 + z_2} \quad ; \quad d_{w2} = \frac{2 \cdot a_w \cdot u_{12}}{u_{12}+1} = \frac{2 \cdot a_w \cdot z_2}{z_1 + z_2}$$

Distanţa axială reală:

$$a_w = \frac{d_{w1} + d_{w2}}{2}$$

Diametrele cercurilor de cap:

$$d_{a1,2} = d_{1,2} + 2 \cdot m_n \cdot \left(h^*_{an} + x_{n1,2}\right)$$

$$d_{a1,2} = d_{f1,2} + 2 \cdot h$$

Diametrele cercurilor de cap scurtate (dacă $\Delta y_n > 0$):

$$d_{asc1,2} = m_n \left[\frac{z_{1,2}}{\cos\beta} + 2 \cdot \left(h^*_{an} + x_{n1,2} - \Delta y_n\right)\right]$$

$$d_{asc1,2} = d_{1,2} + 2 \cdot m_n \cdot \left(h^*_{an} + x_{n1,2} - \Delta y\right)$$

$$d_{asc1,2} = d_{f1,2} + 2 \cdot h_{sc}$$

Diametrele cercurilor de picior:

$$d_{f1,2} = m_n \cdot \left[\frac{z_{1,2}}{\cos\beta} - 2 \cdot \left(h^*_{an} + c^*_n - x_{n1,2}\right)\right]$$

$$d_{f1,2} = d_{1,2} - 2 \cdot m_n \cdot \left(h^*_{an} + c^*_n - x_{n1,2}\right)$$

Înălţimea dintelui nescurtat :

$$h = m_n \cdot \left(2 \; h^*_{an} + c^*_n\right)$$

Înălţimea dintelui scurtat (dacă $\Delta y_n > 0$) :

$$h_{sc} = m_n \cdot \left(2 \cdot h^*_{an} + c^*_n - \Delta y_n\right)$$

$$h_{sc} = h - m_n \cdot \Delta y$$

$$h_{sc} = a_w - \frac{d_{f1} + d_{f2}}{2} - c^*_n \cdot m_n$$

Cotele peste N dinţi în plan normal (fig.7.2):

$$W_{N1,2}^{n} = m_n \cdot \left\{ \left[\pi \cdot (N_{1,2} - 0{,}5) + z_{1,2} \cdot \text{inv}\alpha_t \right] \cdot \cos\alpha_n + 2 \cdot x_{t1,2} \cdot \frac{\sin\alpha_n}{\cos\beta} \right\}$$

Numerele de dinţi pentru măsurarea cotei $W_{N1,2}$:

$$N_{1,2} = \frac{z_{1,2}}{\cos^3\beta_a} \cdot \frac{\alpha_n}{180^0} + 0{,}5$$

Coarda constantă normală a dintelui (fig.7.3):

$$\overline{s_{cn}} = m_n \cdot \left(\frac{\pi}{2} \cdot \cos^2\alpha_n + x_n \cdot \sin 2\alpha_n \right)$$

Înălţimea la coarda constantă normală a dintelui:

$$\overline{h_{cn}} = 0{,}5 \cdot \left(d_a - d - \overline{s_{cn}} \cdot \text{tg}\alpha_n \right)$$

Gradul de acoperire frontal(al profilelor):

$$\varepsilon_\alpha = \frac{z_1 \cdot \text{tg}\alpha_{ta1} + z_2 \cdot \text{tg}\alpha_{ta2} - (z_1 + z_2) \cdot \text{tg}\alpha_{tw}}{2 \cdot \pi}$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} + \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - 2\ a_w \cdot \sin\alpha_{tw}}{2 \cdot \pi \cdot m_n \cdot \cos\alpha_t}$$

Unghiul de presiune frontal la capul dintelui:

$$\alpha_{ta} = \arccos\left[\frac{z \cdot m_t}{d_a} \cdot \cos\alpha_t \right]$$

Gradul de acoperire axial (al înclinării):

$$\varepsilon_\beta = \frac{b}{p_x} = \frac{b \cdot \sin\beta}{\pi \cdot m_n}$$

Gradul de acoperire total:

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$$

Jocul la capul dinţilor :

$$c_1 = a_w - 0{,}5 \cdot (d_{a1} + d_{f2}) = c_n^* \cdot m_n = 0{,}25 \cdot m_n$$

$$c_2 = a_w - 0{,}5\ (d_{a2} + d_{f1}) = c_n^* \cdot m_n = 0{,}25 \cdot m_n$$

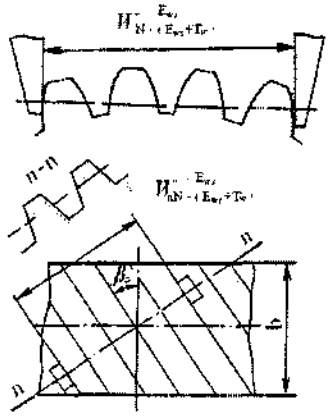


Fig. 7.2

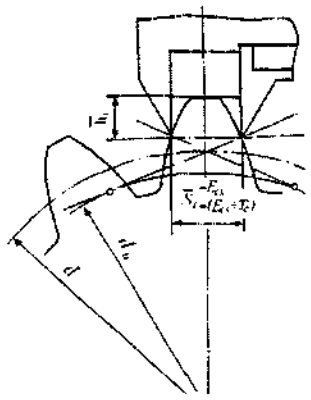


Fig. 7.3

7.2.2 Angrenaje cilindrice exterioare – alegerea unghiului de înclinare al dinţilor.

Tabelul 7.10

Tipul angrenajului	Unghiul de înclinare	Domeniul de utilizare
Angrenaje cu dinţi drepţi	0	Cutii de viteze Angrenaje de schimb la maşini-unelte Angrenaje mari care nu funcţionează în carcase şi cele durificate prin C.I.F.
Angrenaje cu dinţi înclinaţi	6^0 ... 10^0	Treptele finale la reductoare mari Motoreductoare: treapta cu pinionul fixat pe arborele motorului electric
	10^0 ... 20^0	Reductoare (mai puţin treptele finale ale reductoarelor mari) Motoreductoare
Angrenaje în V deschis	20^0 ... 30^0	Reductoare turbo cu angrenaje durificate şi rectificate Reductoare mari Reductoare cu regim neuniform de lucru (reductoare pentru unităţile petroliere de pompaj, pentru valţuri de cauciuc etc)
Angrenaje în V închis	25^0 ... 35^0	Reductoare cu regim neuniform de lucru

Observaţie: Pentru angrenaje cu dinţi înclinaţi se recomandă $\beta = 8^0$ ... 18^0

$$\beta_{min} = \arcsin\frac{4 \cdot m_n}{b_2}\ ;\ \beta_{min} = 25^0 - \text{dinți în V}\ ;\ \beta = \arccos\frac{z_\Sigma \cdot m_n}{2 \cdot a_w}$$

$$z_\Sigma = z_1 + z_2 = \frac{2 \cdot a_w \cdot \cos\beta_{min}}{m_n}\ ;\ z_1 = \frac{z_\Sigma}{u_{12}+1} \geq z_{1\,min}\ ;\ z_{1\,min} = 17 \cdot \cos^3\beta$$

7.2.3 Angrenaje cilindrice interioare cu dinți înclinați – parametrii principali.

Date inițiale:

z_1, z_2, m_n, $\alpha_n = 20^0$, β, $h_{an}^* = 1$, $c_n^* = 0{,}25$

Distanța axială de referință :

$$a = \frac{m_n(z_2 - z_1)}{2\cos\beta}$$

Unghiul de presiune de referință în plan frontal :

$$tg\alpha_t = \frac{tg\alpha_n}{\cos\beta}$$

Unghiul de angrenare în plan frontal :

$$\cos\alpha_{tw} = \frac{a}{a_w}\ \cos\alpha_t$$

Suma coeficienților deplasărilor de profil în plan normal :

$$x_d = x_{n2} - x_{n1} = \frac{(z_2 - z_1)(inv\alpha_{tw} - inv\alpha_t)}{2tg\alpha_n}$$

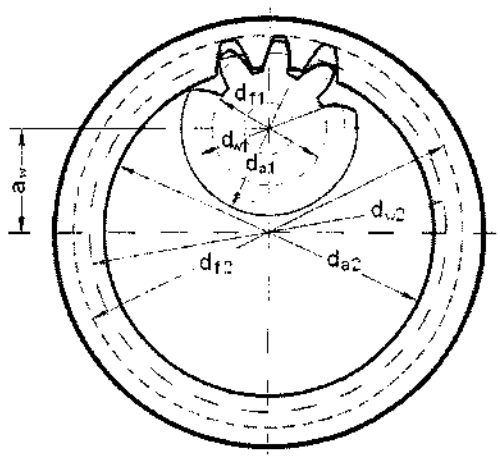


Fig.7.4

Observație Coeficienții deplasărilor de profil x_{n1} și x_{n2} se aleg conform criteriului admis.

Unghiul de angrenare în plan frontal :

$$inv\alpha_{tw} = inv\alpha_t + \frac{2x_d tg\alpha_n}{z_2 - z_1}$$

Distanța axială reală :

$$a_w = \frac{m_n(z_2 - z_1)}{2\cos\beta}\cdot\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}}$$

Observație De regulă la angrenajele cilindrice interioare distanța axială nu se standardizează.

Raportul de angrenare :

$$u_{12} = \frac{z_2}{z_1}$$

Diametrele cercurilor de divizare :

$$d_{1,2} = \frac{m_n \cdot z_{1,2}}{\cos\beta}$$

Diametrele cercurilor de rostogolire :

$$d_{w1} = \frac{2a_w}{u_{12}-1}\ ;\ d_{w2} = \frac{2a_w\ u_{12}}{u_{12}-1}$$

Diametrele cercurilor de cap :

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n(h_{an}^* + x_{n1})\ ;\ d_{a2} = d_2 - 2m_n(h_{an}^* - x_{n2} - 0{,}2)$$

Diametrele cercurilor de picior :

$$d_{f1} = d_1 - 2m_n(h_{an}^* + c_n^* - x_{n1})\ ;\ d_{f2} = d_2 + 2m_n(h_{an}^* + c_n^* + x_{n2})$$

Observaţie 1. Pentru dinţi drepţi $\beta = 0^0$ şi $a = 0{,}5m(z_2 - z_1)$; $\alpha_t = \alpha = 20^0$;

2. Pentru $a = a_w$; $x_d = 0$; $d_w = d$;

3. Pentru $x_d = 0$; $\alpha_{tw} = \alpha_t$; $a = a_w$; $d_w = d$.

Coarda constantă normală a dintelui :

$$\bar{s}_{c1} = \bar{s}^*_{c1} \cdot m_n \; ; \; \bar{s}_{c2} = \bar{s}^*_{c2} \cdot m_n$$

$$\bar{s}^*_{c1,2} = \frac{\pi}{2}\cos^2\alpha_n + x_{n1,2} \cdot \sin 2\alpha_n$$

Înălţimea la coarda constantă :

$$\bar{h}_{c1} = 0{,}5(d_{a1} - d_1) - \bar{h}^*_{c1} \cdot m_n$$

$$\bar{h}_{c2} = 0{,}5(d_2 - d_{a2}) - \bar{h}^*_{c2} \cdot m_n$$

$$\bar{h}^*_{c1,2} = 0{,}5 \cdot \bar{s}^*_{c1,2} \cdot \mathrm{tg}\alpha_n$$

Jocul radial la capul şi piciorul dinţilor :

$$c_{n1} = 0{,}5(d_{a2} - d_{f1}) - a_w$$

$$c_{n2} = 0{,}5(d_{f2} - d_{a1}) - a_w$$

Gradul de acoperire în plan frontal :

$$\varepsilon_\alpha = \frac{z_1 \cdot \mathrm{tg}\alpha_{a1} - z_2 \cdot \mathrm{tg}\alpha_{a2} + (z_2 - z_1) \cdot \mathrm{tg}\alpha_{tw}}{2\pi}$$

$$\alpha_{a1,2} = \arccos\left[\frac{z_{1,2} \cdot m_t}{d_{a1,2}} \cdot \cos\alpha_t\right] = \arccos\frac{d_{b1,2}}{d_{a1,2}}$$

Gradul de acoperire axial :

$$\varepsilon_\beta = \frac{b}{p_x} = \frac{b \cdot \sin\beta}{\pi \cdot m_n}$$

Gradul de acoperire total :

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$$

Observaţie. Pentru angrenaje cilindrice interioare cu dinţi drepţi se va consulta STAS 12224

7.2.4 Angrenaje conice cu dinţi drepţi – parametrii principali (STAS 12270).

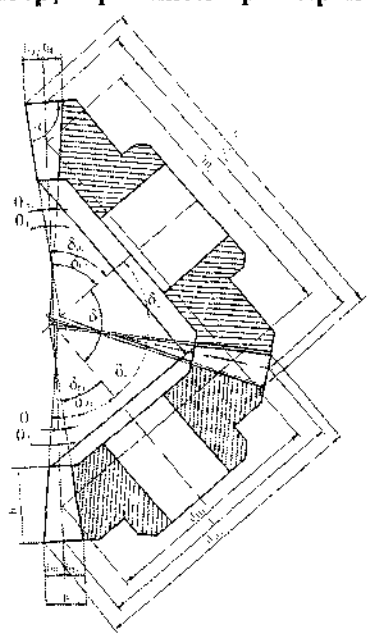


Fig.7.5

Parametrii profilului de referinţă (STAS 6844) sunt:

$\alpha = 20^0$ – unghiul de presiune ;

$h_a^* = 1$ - coeficientul înălţimii capului de referinţă ;

$c^* = 0{,}20$ - coeficientul jocului radial de referinţă ;

Unghiurile conurilor de divizare ale pinionului şi roţii conduse :

$$\delta_1 = \operatorname{arctg}\frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{u_{12}}; \qquad \delta_2 = \operatorname{arctg} u_{12} = \operatorname{arctg}\frac{z_2}{z_1} = 90^0 - \delta_1; \qquad \Sigma = \delta_1 + \delta_2 = 90^0$$

$$\sin\delta_1 = \cos\delta_2; \qquad \cos\delta_1 = \sin\delta_2$$

Raportul de transmitere :

$$u_{12} = \frac{z_2}{z_1} = \operatorname{tg}\delta_2 = \frac{1}{\operatorname{tg}\delta_1}$$

Diametrele cercurilor de divizare :

$$d_{1,2} = m \cdot z_{1,2}$$

Lungimea generatoarei conurilor de divizare:

$$R = \frac{d_{1,2}}{2 \cdot \sin\delta_{1,2}} = \frac{m \cdot z_{1,2}}{2 \cdot \sin\delta_{1,2}}$$

Diametrele cercurilor de cap :

$$d_{a1,2} = m \cdot \left[z_{1,2} + 2 \cdot \left(h_a^* + x_{1,2}\right) \cdot \cos\delta_{1,2}\right]$$

Diametrele cercurilor de picior :

$$d_{f1,2} = m \cdot \left[z_{1,2} - 2 \cdot \left(h_a^* + c^* - x_{1,2}\right) \cdot \cos\delta_{1,2}\right]$$

Înălţimea capului dintelui:

$$h_{a1,2} = m\ \left(h_a^* + x_{1,2}\right)$$

Înălţimea piciorului dintelui:

$$h_{f1,2} = m \cdot \left(h_a^* + c^* - x_{1,2}\right)$$

Înălţimea dintelui :

$$h_{1,2} = h_{a1,2} + h_{f1,2} = m \cdot \left(2 \cdot h_a^* + c^*\right)$$

Unghiul capului dintelui la pinion şi roată:

$$\theta_{a1,2} = \operatorname{arctg}\left(\frac{h_{a1,2}}{R}\right)$$

Unghiul piciorului dintelui la pinion şi roată:

$$\theta_{f1,2} = \operatorname{arctg}\left(\frac{h_{f1,2}}{R}\right)$$

$$\theta_{a1} = \theta_{f2}\ ; \quad \theta_{a2} = \theta_{f1}$$

Unghiul conurilor de cap la pinion şi roată:

$$\delta_{a1,2} = \delta_{1,2} + \theta_{a1,2}$$

Unghiul conurilor de picior la pinion şi roată:

$$\delta_{f1,2} = \delta_{1,2} - \theta_{f1,2}$$

Lăţimea danturii :

$$b = b_1 = b_2; \qquad b \le 0{,}3 \cdot R; \qquad b \le 10 \cdot m$$

Grosimea dinţilor pe conul frontal exterior :

$$s_1 = m \cdot \left(0{,}5 \cdot \pi + 2 \cdot x_1 \cdot \operatorname{tg}\alpha\right)$$

$$s_2 = \pi \cdot m - s_1$$

Coarda constantă pe conul frontal exterior:

$\overline{s_{c1}} = 0{,}883 \cdot s_1$

$\overline{s_{c2}} = 0{,}883 \cdot s_2$

Înălţimea la coarda constantă:

$\overline{h_{c1}} = h_{a1} - 0{,}1607 \cdot s_1$

$\overline{h_{c2}} = h_{a2} - 0{,}1607 \cdot s_2$

Lungimea medie a generatoarei conurilor de divizare:

$$R_m = R - \frac{b}{2}$$

Modulul frontal median :

$$m_m = m \cdot \frac{R_m}{R}$$

Diametrele cercurilor de divizare în plan median:

$d_{m1,2} = m_m \ z_{1,2}$

Numărul de dinţi la roţile cilindrice înlocuitoare :

$$z_{v1,2} = \frac{z_{1,2}}{\cos \delta_{1,2}}$$

Gradul de acoperire al angrenajului :

$$\varepsilon = \frac{z_{v1} \cdot tg\alpha_{a1} + z_{v2} \cdot tg\alpha_{a2} - (z_{v1} + z_{v2}) \ tg\alpha}{2\pi}$$

Unghiul de presiune la capul exterior al dintelui :

$$\alpha_{a1,2} = arctg\left[\frac{m \cdot z_{1,2} \cdot \cos\alpha}{d_{a1,2}}\right]$$

Observaţie. În realitate angrenajele conice nu sunt riguros evolventice. Ele se realizează ca angrenaje nedeplasate sau zero deplasate , deoarece deplasările de profil sunt o particularitate specifică angrenajelor evolventice . Deplasarea de profil se face radial normal cu coeficienţii compensaţi : $x_{t1} = - x_{t2}$. Conurile de rostogolire sunt şi conuri de divizare . Pe maşini speciale de danturat se pot face şi corijări tangenţiale .

7.2.5 Angrenaje melcate cilindrice – parametrii principali (STAS 13023).

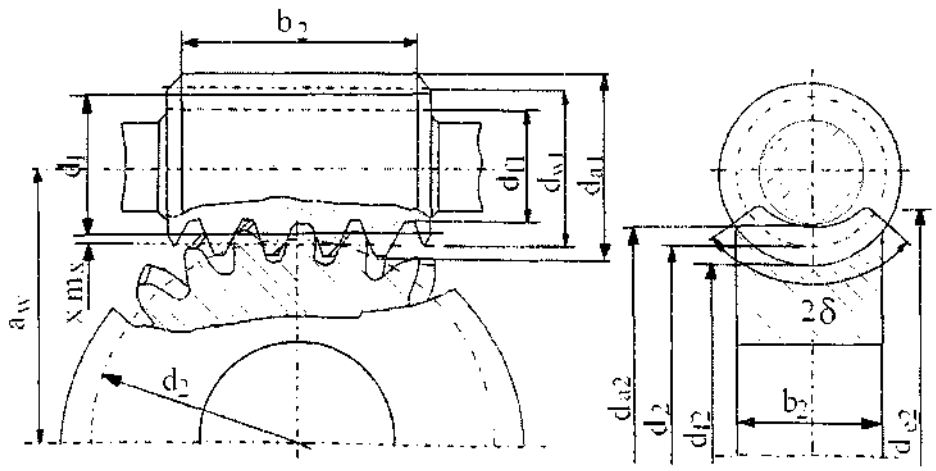


Fig.7.6

Parametrii danturii melcului de referinţă (STAS 6845) sunt :

$h_a^* = 1$ - coeficientul înălţimii capului dintelui ;

$c^* = 0,2$ - coeficientul jocului radial ; pentru melci prelucraţi pe strung şi roţi melcate prelucrate cu freze melc ;

$c^* = 0,2 \ldots 0,3$ - pentru melci prelucraţi cu freze deget sau freze disc ;

$h_f^* = 1 + c^*$ - coeficientul înălţimii piciorului dintelui ;

$h^* = 2 + c^*$ - coeficientul înălţimii dintelui .

Raportul de transmitere :

$$u_{12} = \frac{z_2}{z_1}$$

Modulul axial (STAS 822) :

$$m_x = \frac{p_x}{\pi}$$

Unghiul elicei de referinţă :

$$\gamma = \operatorname{arctg}\frac{z_1}{q}$$

Unghiul elicei pe cilindrul de rostogolire :

$$\gamma_w = \operatorname{arctg}\frac{z_1 \cdot m_x}{d_{w1}}$$

Unghiul elicei pe cilindrul de bază :

$\gamma_b = \arccos(\cos\alpha_n \cdot \cos\gamma)$

Diametrul de divizare al melcului şi roţii melcate :

$d_1 = m_x \cdot q \quad ; \quad d_2 = m_x \cdot z_2$

Distanţa axială de referinţă :

$$a = \frac{m_x \cdot (q + z_2)}{2}$$

Distanţa axială reală (STAS 6055 sau impusă) :

$$a_w = a + x \; m_x = \frac{d_{w1} + d_2}{2} = \frac{m_x}{2} \cdot (z_2 + q + 2x)$$

Coeficientul deplasării de profil :

$$x = \frac{a_w}{m_x} - 0,5 \cdot (z_2 + q) \quad ; \quad -1 \le x \le 1 ; \qquad \text{se recomandă:} \qquad -0,5 \le x \le 0,5$$

Diametrul de rostogolire la melc şi roata melcată :

$d_{w1} = m_x \cdot (q + 2 \cdot x) \quad ; \quad d_{w2} = d_2 = m_x \cdot z_2$

Diametrul de cap al melcului şi roţii melcate :

$d_{a1} = m_x \cdot (q + 2 \cdot h_a^*) \quad ; \quad d_{a2} = m_x \cdot [z_2 + 2 \cdot (h_a^* + x)]$

Diametrul de picior la melc şi roata melcată :

$d_{f1} = m_x \cdot [q - 2 \cdot (h_a^* + c^*)] \quad ; \quad d_{f2} = m_x \cdot [z_2 - 2 \cdot (h_a^* + c^* - x)]$

Diametrul cilindrului de bază la melc :

$$d_{b1} = \frac{z_1 \; m_x}{\operatorname{tg}\gamma_b}$$

Înălţimea dintelui :

$h = m_x \cdot (2 \cdot h_a^* + c^*)$

Semiunghiul coroanei melcate:

$$\delta = \arcsin\left[\frac{b_2}{(d_{a1} - 0{,}5 \cdot m_x)}\right]$$

Diametrul de strunjire al roţii melcate :

$$d_{e2} \le d_{a2} + \frac{6 \cdot m_x}{z_1 + 2}$$

Lungimea melcului :

$b_1 = (11 + 0{,}06 \cdot z_2) \cdot m_x$ - pentru $z_1 = 1$ sau 2

$b_1 = (12{,}5 + 0{,}09 \cdot z_2) \cdot m_x$ - pentru $z_1 = 3$ sau 4

Lăţimea roţii melcate :

$b_2 \le 0{,}75 \cdot d_{a1}$ - pentru $z_1 \le 3$

$b_2 \le 0{,}67 \cdot d_{a1}$ - pentru $z_1 = 4$

Pasul axial al melcului :

$p_x = \pi \cdot m_x$

Pasul elicei :

$p_{z1} = z_1 \cdot p_x$

Coarda şi înălţimea la coardă pe cilindrul de divizare :

$$\overline{s_1} = \frac{\pi}{2} \cdot m_x \cdot \cos\gamma$$

$$\overline{h_1} = h_a^* \cdot m_x + 0{,}5 \cdot \overline{s_1} \cdot tg\left(0{,}5 \cdot \arcsin\frac{\overline{s_1} \cdot \sin^2\gamma}{d_1}\right)$$

Angrenajul echivalent – este angrenajul care corespunde planului median al roţii melcate, în care se află şi axa melcului (STAS 915/5) . Geometria angrenajului melcat este definită pentru acest angrenaj echivalent.

Melcul angrenajului – are forma şi dimensiunile identice cu melcul de referinţă, cu excepţia grosimii spirei micşorată pentru a se obţine jocul între flancuri.

Melcul generator – diferă de melcul de referinţă prin diametrul de cap mărit în scopul realizării jocului radial la baza dinţilor roţii melcate

Corijarea danturii se face numai la roata melcată, scula materializând melcul . Cercul de rostogolire al roţii melcate coincide cu cercul de divizare în secţiune mediană , rezultând un cilindru de divizare al melcului echivalent liniei de divizare a cremalierei.

Deplasările de profil se fac în scopul realizării unei distanţe axiale impuse şi pentru îmbunătăţirea condiţiilor de funcţionare. Deplasarea specifică de profil se recomandă a se încadra în intervalul : $x \in [-0{,}5 \ldots +0{,}5]$.

7.2.6 Angrenaje cilindrice elicoidale cu profil în evolventă - parametrii principali.

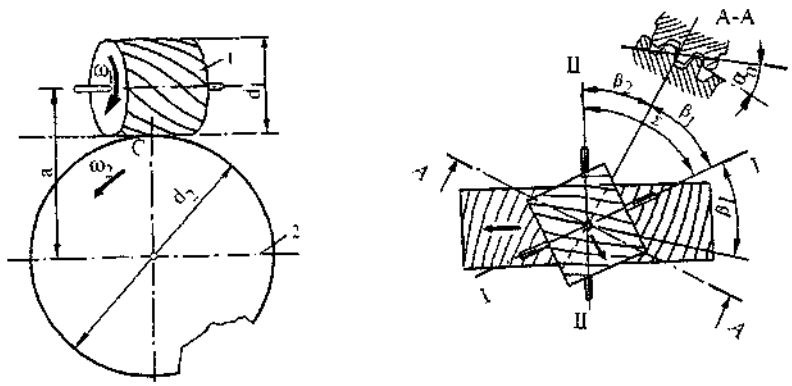


Fig.7.7

Tabelul 7.11

Elementul de calcul	Simbol	Relaţia de calcul
Turaţia roţii motoare	n_1	$u_{12} \cdot n_2$; $n_2 \frac{z_2}{z_1}$
Turaţia roţii conduse	n_2	$\frac{n_1}{u_{12}}$; $n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}$
Numărul de dinţi ai roţii motoare	z_1	$\frac{z_2}{u_{12}}$; $z_2 \frac{n_2}{n_1}$; $\frac{d_1}{m_{t1}}$
Numărul de dinţi ai roţii conduse	z_2	$z_1 \cdot u_{12}$; $z_1 \frac{n_1}{n_2}$; $\frac{d_2}{m_{t2}}$
Raportul de transmitere	u_{12}	$\frac{n_1}{n_2}$; $\frac{z_2}{z_1}$; $\frac{d_2 \cdot \cos\beta_2}{d_1 \cdot \cos\beta_1}$
Modulul normal, mm	m_n	$\frac{p_n}{\pi}$; $m_{t1} \cdot \cos\beta_1$; $m_{t2} \cdot \cos\beta_2$; $\frac{d_1}{z_1} \cdot \cos\beta_1$; $\frac{d_2}{z_2} \cdot \cos\beta_2$
Modulul frontal al roţii motoare, mm	m_{t1}	$\frac{m_n}{\cos\beta_1}$; $\frac{p_{t1}}{\pi}$
Modulul frontal al roţii conduse, mm	m_{t2}	$\frac{m_n}{\cos\beta_2}$; $\frac{p_{t2}}{\pi}$
Pasul normal , mm	p_n	$m_n \cdot \pi$; $p_{t1} \cdot \cos\beta_1$; $p_{t2} \cdot \cos\beta_2$
Pasul frontal al roţii motoare, mm	p_{t1}	$m_{t1} \cdot \pi$; $\frac{p_n}{\cos\beta_1}$
Pasul frontal al roţii conduse, mm	p_{t2}	$m_{t2} \cdot \pi$; $\frac{p_n}{\cos\beta_2}$
Diametrul de divizare al roţii motoare	d_1	$m_{t1} \cdot z_1$; $\frac{m_n \cdot z_1}{\cos\beta_1}$; $\frac{p_{t1}}{\pi} \cdot z_1$
Diametrul de divizare al roţii conduse	d_2	$m_{t2} \cdot z_2$; $\frac{m_n \cdot z_2}{\cos\beta_2}$; $\frac{p_{t2}}{\pi} \cdot z_2$
Diametrul exterior al roţii motoare	d_{a1}	$d_1 + 2m_n$
Diametrul exterior al roţii conduse	d_{a2}	$d_2 + 2m_n$
Înălţimea dintelui, mm	h	$h_a + h_f$; $2 + \frac{1}{6} \cdot m_n$
Înălţimea capului dintelui, mm	h_a	m_n ; $\frac{p_n}{\pi}$
Înălţimea piciorului dintelui, mm	h_f	$h_a + c$; $m_n + c$; $1 + \frac{1}{6} \cdot m_n$
Jocul la piciorul dintelui, mm	c	$\frac{1}{6} \cdot m_n$

Tabelul 7.11 - continuare

Lungimea dintelui, mm	b	$\approx 10m_n$; $\approx 3p_n$
Distanţa între axe, mm	a	$\frac{1}{2}\cdot(d_1+d_2)$
Unghiul între axe, grade	Σ	$\beta_1+\beta_2$
Unghiul de angrenare, grade	α_n	20^0
Unghiul de înclinare al dintelui la roata motoare, grade	β_1	$\beta_1 \geq \beta_2$
Unghiul de înclinare al dintelui la roata condusă, grade	β_2	$\beta_2 \leq \beta_1$
Unghiul de pantă al elicei la roata motoare, grade	γ_1	$90^0-\beta_1$
Unghiul de pantă al elicei la roata condusă, grade	γ_2	$90^0-\beta_2$
Viteza periferică, m/s	$v_{1,2}$	$\frac{\pi\cdot d_1\cdot n_1}{60000}$; $\frac{\pi\cdot d_2\cdot n_2}{60000}$
Viteza de alunecare, m/s	v_a	$\frac{v_1}{\cos\beta_1}\cdot\sin(\beta_1+\beta_2)$; $\frac{v_2}{\cos\beta_2}\cdot\sin(\beta_1+\beta_2)$
Coeficientul de frecare	μ	$\approx 0{,}1$ - pentru o ungere bună
Unghiul de frecare, grade	φ	$\approx 5^0 45'$
Randamentul angrenării	η_a	$\frac{1-\mu\ tg\beta_2}{1+\mu\cdot tg\beta_1}$; $\frac{\cos\beta_1\cdot\cos(\beta_2+\varphi)}{\cos\beta_2\cdot\cos(\beta_1-\varphi)}$
Randamentul total al transmisiei	η	$(0{,}92\ldots 0{,}96)\ \eta_a$
Forţa periferică la roata motoare, N	F_{t1}	$\frac{P_1}{v_1}$; $\frac{2M_{t1}}{d_1}$
Forţa periferică la roata condusă, N	F_{t2}	$\frac{P_2}{v_2}$; $F_{t1}\ \frac{\cos(\beta_2+\varphi)}{\cos(\beta_1-\varphi)}$
Forţa axială la roata motoare, N	F_{a1}	$F_{t1}\cdot tg(\beta_1-\varphi)$
Forţa axială la roata condusă, N	F_{a2}	$F_{t2}\cdot tg(\beta_2+\varphi)$
Forţa radială, N	$F_{r1,2}$	$F_{r1}=F_{r2}=F_{t1}\ \frac{tg\alpha_n\cdot\cos\varphi}{\cos(\beta_1-\varphi)}$
Forţa normală, N	$F_{n1,2}$	$F_{n1}=F_{n2}=F_{t1}\cdot\frac{\cos\varphi}{\cos\alpha_n\cdot\cos(\beta_1-\varphi)}$
Puterea la roata motoare, W	P_1	$F_{t1}\cdot v_1$; $\frac{P_2}{\eta}$
Puterea la roata condusă, W	P_2	$F_{t2}\cdot v_2$; $\eta\cdot P_1$

7.2.6.1 Angrenaje elicoidale – unghiurile de înclinare β_1 şi β_2 în funcţie de raportul de transmitere.

Tabelul 7.12

Raportul de transmitere $u_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2 \cdot \cos\beta_2}{d_1 \cdot \cos\beta_1}$	Unghiul de înclinare al dinţilor pentru $\Sigma = 90^0$	
	La roata motoare β_1	La roata condusă β_2
1	45^0	5^0
1,5	$56^019'$	$33^045'$
2	$63^026'$	$26^034'$
2,5	$68^012'$	$21^048'$
3	$71^034'$	$18^026'$
3,5	$74^03'$	$15^057'$
4	$75^058'$	$14^03'$
4,5	$77^028'$	$12^032'$
5	$78^041'$	$11^019'$

7.3 ALEGEREA COEFICIENŢILOR DEPLASĂRILOR DE PROFIL.

7.3.1 Angrenaje cilindrice-valorile coeficienţilor deplasării de profil din condiţia $\eta_1 = -\eta_2$

Tabelul 7.13

$\frac{z_2}{z_1}$	18	19	20	21	22	24	27	32	40	50	60	72	90	110
11	-	-	-	-	-	0,408	0.430	0.460	0,495	0.520	0,540	0.554	0,563	0.566
12	-	-	-	-	0,328	0.357	0,389	0.422	0,460	0,487	0,510	0.527	0,537	0.541
13	-	-	-	0.264	0.283	0,313	0,347	0,385	0.427	0.457	0.479	0.499	0,511	0.515
14	-	-	0,199	0.220	0,239	0.271	0.308	0.360	0,395	0.427	0,450	0.472	0,485	0.493
15	-	0.134	0,159	0.181	0.201	0.235	0.271	0.315	0,383	0.398	0,423	0,445	0,462	0.472
16	0.062	0.094	0.120	0.144	0.165	0.199	0.232	0.282	0.333	0,373	0,397	0.421	0,440	0,452
17	0.032	0.060	0.066	0.110	0.131	0,165	0.205	0.251	0.306	0,348	0.374	0.398	0,418	0,433
18	0,000	0.030	0.056	0.080	0.101	0,136	0,176	0,224	0.282	0.326	0,353	0,378	0,400	0,414
19	-	0.000	0,027	0.052	0,073	0,109	0,132	0.200	0,260	0.305	0.334	0,361	0.382	0.396
20	-	-	0.000	0,025	0.047	0.085	0,128	0,178	0,240	0,285	0,316	0.344	0,365	0,379
21	-	-	-	0.000	0.023	0.052	0,107	0.159	0.222	0.268	0.299	0.328	0.350	0.364
22	-	-	-	-	0.000	0,041	0.087	0,141	0.205	0,251	0.283	0.313	0,335	0.350
24	-	-	-	-	-	0.000	0.051	0,110	0,173	0.219	0.252	0,281	0,305	0,324
27	-	-	-	-	-	-	0,000	0.065	0,129	0,176	0,212	0.243	0.267	0.289
30	-	-	-	-	-	-	-	0,025	0.089	0.138	0,178	0.208	0,235	0.259
33	-	-	-	-	-	-	-	-	0,057	0,108	0.149	0,180	0.206	0.232
36	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029	0.082	0,122	0.154	0.181	0.208
40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.052	0.090	0.124	0,151	0.178

7.3.2 Angrenaje cilindrice-valorile coeficienţilor deplasării de profil din condiţia de rezistenţă la încovoiere a dinţilor.

Tabelul 7.14

$\frac{z_2}{z_1}$		12	15	18	22	28	34	42	50	65	80	100
12	x_1	0,47	0,53	0,57	0,62	0,70	0,76	0,75	0,58	0,55	0,54	0,53
	x_2	0,23	0,22	0,25	0,28	0,26	0,22	0,21	-0,16	-0,35	-0,54	-0,76
15	x_1	-	0,58	0,64	0,73	0,79	0,83	0,92	0,97	0,80	0,73	0,71
	x_2	-	0,28	0,29	0,32	0,35	0,34	0,32	0,31	0,04	-0,15	-0,22

Tabelul 7.14 - continuare

18	x_1	-		0,72	0,81	0,89	0,93	1,02	1,05	1,10	1,14	1,00
	x_2	-		0,34	0,38	0,38	0,37	0,36	0,36	0,40	0,40	0,28
22	x_1	-			0,95	1,04	1,08	1,18	1,22	1,17	1,15	1,12
	x_2	-			0,39	0,40	0,38	0,38	0,42	0,36	0,26	0,22
28	x_1	-				1,26	1,30	1,24	1,22	1,19	1,16	1,14
	x_2	-				0,42	0,36	0,31	0,25	0,20	0,12	0,08
34	x_1	-					1,38	1,31	1,25	1,23	1,19	1,15
	x_2	-					0,34	0,27	0,20	0,15	0,07	0,01
42	x_1	-						1,35	1,30	1,25	1,20	1,15
	x_2	-						0,20	0,12	0,02	-0,06	-0,14
50	x_1	-							1,34	1,28	1,21	1,14
	x_2	-							0,04	-0,05	-0,15	-0,22

7.3.3 Angrenaje cilindrice - coeficienţii deplasărilor de profil.

Tabelul 7.15

z_2	z_1												Criteriul *
	12		15		18		22		28		34		
	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	
18	0,30	0,61	0,34	0,64	0,54	0,54	-	-	-	-	-	-	H
	0,57	0,25	0,64	0,29	0,72	0,34	-	-	-	-	-	-	F
	0,49	0,35	0,48	0,46	0,54	0,54	-	-	-	-	-	-	U
22	0,30	0,66	0,38	0,75	0,60	0,64	0,68	0,68	-	-	-	-	H
	0,62	0,23	0,73	0,32	0,81	0,38	0,95	0,39	-	-	-	-	F
	0,53	0,38	0,55	0,54	0,60	0,63	0,67	0,67	-	-	-	-	U
28	0,30	0,88	0,26	1,04	0,40	1,02	0,59	0,94	0,86	0,86	-	-	H
	0,70	0,26	0,79	0,35	0,89	0,38	1,04	0,40	1,26	0,42	-	-	F
	0,57	0,48	0,60	0,63	0,63	0,72	0,71	0,81	0,85	0,85	-	-	U
34	0,30	1,03	0,13	1,42	0,30	1,30	0,48	1,20	0,80	1,08	1,01	1,01	H
	0,76	0,22	0,83	0,34	0,93	0,37	1,08	0,38	1,30	0,36	1,38	0,34	F
	0,60	0,53	0,63	0,72	0,67	0,82	0,74	0,90	0,86	1,00	1,00	1,00	U
42	0,30	1,30	0,20	1,53	0,29	1,48	0,40	1,48	0,72	1,33	0,90	1,30	H
	0,75	0,21	0,92	0,32	1,02	0,36	1,18	0,38	1,24	0,31	1,31	0,27	F
	0,63	0,67	0,68	0,88	0,68	0,94	0,76	1,03	0,88	1,12	1,00	1,16	U
50	0,30	1,43	0,25	1,65	0,32	1,63	0,43	1,60	0,64	1,60	0,80	1,58	H
	0,58	0,16	0,97	0,31	1,05	0,36	1,22	0,42	1,22	0,25	1,25	0,20	F
	0,63	0,77	0,66	1,02	0,70	1,11	0,76	1,17	0,91	1,26	1,00	1,31	U
65	0,30	1,69	0,26	1,87	0,41	1,89	0,53	1,80	0,70	1,84	0,83	1,79	H
	0,55	0,35	0,80	0,04	1,10	0,40	1,17	0,36	1,19	0,20	1,23	0,15	F
	0,64	1,00	0,67	1,22	0,71	1,35	0,76	1,44	0,88	1,56	0,99	1,55	U
80	0,30	1,96	0,30	2,14	0,48	2,08	0,61	1,99	0,75	2,04	0,89	1,97	H
	0,54	0,54	0,73	0,15	1,14	0,40	1,15	0,26	1,16	0,12	1,19	0,07	F
	0,65	1,18	0,67	1,36	0,71	1,61	0,76	1,73	0,87	1,85	0,98	1,81	U
100	0,30	2,90	0,36	2,32	0,52	2,31	0,65	2,19	0,80	2,26	0,94	2,22	H
	0,53	0,76	0,71	0,22	1,00	0,28	1,12	0,22	1,14	0,08	1,15	0,01	F
	0,65	1,42	0,66	1,70	0,71	1,90	0,76	1,98	0,86	2,12	0,97	2,15	U
125	-	-	-	-	-	-	0,75	2,43	0,83	2,47	1,00	2,46	H
	-	-	-	-	-	-	1,11	0,21	1,12	0,07	1,20	0,09	F
	-	-	-	-	-	-	0,76	2,38	0,86	2,40	0,92	2,40	U

* H – rezistenţă la solicitarea de contact;
F – rezistenţă la solicitarea de încovoiere;
U – egalizarea alunecărilor relative(uzării) .

7.3.4 Angrenaje cilindrice- coeficienţii deplasărilor de profil din condiţia de rezistenţă la solicitarea de contact.

Tabelul 7.16

z_1 \ z_2		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
11	x_1	0,513	0,534	0,551	0,568	0,584	0,601	0,617	0,630	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	-	-	-	-
	x_2	0,330	0,322	0,317	0,312	0,308	0,303	0,299	0,297	0,416	0,431	0,442	0,501	0,556	0,610	0,861	0,709	0,754	-	-	-	-
12	x_1	0,543	0,566	0,589	0,609	0,626	0,646	0,663	0,679	0,693	0,706	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	-	-	-
	x_2	0,386	0,376	0,365	0,358	0,353	0,345	0,341	0,337	0,334	0,333	0,425	0,486	0,542	0,596	0,648	0,696	0,745	0,789	-	-	-
13	x_1	0,557	0,588	0,614	0,636	0,659	0,676	0,694	0,714	0,730	0,745	0,758	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	-	-
	x_2	0,443	0,426	0,414	0,405	0,394	0,389	0,384	0,376	0,372	0,369	0,368	0,471	0,528	0,582	0,635	0,685	0,734	0,782	0,822	-	-
14	x_1	0,565	0,600	0,631	0,661	0,686	0,708	0,726	0,745	0,763	0,780	0,796	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	-
	x_2	0,506	0,485	0,468	0,452	0,441	0,433	0,426	0,419	0,414	0,409	0,405	0,463	0,522	0,577	0,632	0,684	0,732	0,780	0,825	0,866	-
15	x_1	0,571	0,609	0,644	0,677	0,706	0,731	0,754	0,775	0,792	0,813	0,830	0,908	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
	x_2	0,571	0,547	0,526	0,508	0,492	0,481	0,472	0,463	0,458	0,449	0,445	0,428	0,518	0,575	0,628	0,682	0,731	0,779	0,826	0,870	0,909
16	x_1	-	0,608	0,644	0,678	0,716	0,744	0,766	0,793	0,815	0,834	0,854	0,936	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980
	x_2	-	0,608	0,586	0,566	0,542	0,528	0,519	0,507	0,497	0,491	0,483	0,462	0,512	0,569	0,624	0,677	0,728	0,778	0,827	0,872	0,914
17	x_1	-	-	0,646	0,683	0,720	0,756	0,781	0,809	0,833	0,856	0,878	0,968	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
	x_2	-	-	0,646	0,624	0,601	0,580	0,568	0,554	0,543	0,534	0,525	0,496	0,505	0,564	0,620	0,674	0,727	0,777	0,825	0,874	0,917
18	x_1	-	-	-	0,684	0,723	0,756	0,792	0,814	0,849	0,871	0,898	0,994	1,072	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
	x_2	-	-	-	0,684	0,658	0,639	0,617	0,609	0,588	0,579	0,566	0,532	0,515	0,560	0,616	0,671	0,722	0,773	0,823	0,871	0,920

Tabelul 7.16 - continuare

z_1 \ z_2		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
19	x_1	-	-	-	-	0,720	0,756	0,793	0,830	0,860	0,888	0,915	1.017	1.102	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160
	x_2	-	-	-	-	0,720	0,699	0,676	0,652	0,636	0,622	0,609	0,571	0,547	0,553	0,611	0,667	0,720	0,772	0,821	0,869	0,919
20	x_1	-	-	-	-	-	0,755	0,793	0,831	0,866	0,893	0,926	1.038	1.127	1.201	1.220	1.220	1.220	1.220	1.220	1.220	1.220
	x_2	-	-	-	-	-	0,755	0,731	0,707	0,686	0,673	0,654	0,608	0,580	0,567	0,606	0,662	0,716	0,769	0,820	0,868	0,916
21	x_1	-	-	-	-	-	-	0,782	0,821	0,861	0,892	0,925	1.045	1.140	1.218	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270
	x_2	-	-	-	-	-	-	0,782	0,758	0,732	0,715	0,696	0,641	0,608	0,591	0,566	0,623	0,677	0,729	0,778	0,828	0,876
22	x_1	-	-	-	-	-	-	-	0,812	0,850	0,884	0,924	1.051	1.154	1.233	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310
	x_2	-	-	-	-	-	-	-	0,812	0,787	0,767	0,742	0,681	0,639	0,621	0,538	0,594	0,647	0,697	0,748	0,797	0,846
24	x_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,865	0,898	1.060	1.170	1.260	1.390	1.390	1.390	1.390	1.390	1.390	1.390
	x_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,865	0,845	0,750	0,702	0,673	0,481	0,535	0,588	0,636	0,687	0,736	0,786

Deplasările de profil pot fi calculate și după recomandările firmelor producătoare (*firma MAAG*):

$$x_{n\Sigma} = \frac{(inv\alpha_{tw} - inv\alpha_t)\cdot(z_1+z_2)}{2\cdot tg\alpha_n} \; ; x_{n1} = \frac{x_{n\Sigma}}{2} + \left(0{,}5 - \frac{x_{n\Sigma}}{2}\right)\cdot\frac{\log u_{12}}{\log\left[\frac{z_1\cdot z_2}{100\cdot(\cos\beta)^6}\right]}$$

$$x_{n2} = x_{n\Sigma} - x_{n1} \;\; ; \;\; x_{t\Sigma} = x_{n\Sigma}\cdot\cos\beta \; ; tg\alpha_t = \frac{tg\alpha_n}{\cos\beta} \;\; ; \;\; \cos\alpha_{tw} = \frac{a}{a_w}\cdot\cos\alpha_t$$

Dacă $a_w > a$ deplasările de profil pe roți se pot calcula și cu relațiile :

$$x_{n1} = 0{,}5\left[x_{n\Sigma} - \frac{(z_2 - z_1)}{z_\Sigma}\cdot y_n\right] \; ; \; x_{n2} = x_{n\Sigma} - x_{n1}$$

7.3.5 Angrenaje conice – coeficienții deplasării de profil radiale (sistemul Gleason).

Tabelul 7.17

Raportul de transmitere	x_{t1}		Raportul de transmitere	x_{t1}	
	Dinți drepți	Dinți curbi		Dinți drepți	Dinți curbi
I	0	0	1,52 – 1,56	0,27	0,23
1,00 – 1,02	0,01	0,01	1,56 – 1,57	0,28	0,23
1,02 – 1,03	0,02	0,02	1,57 – 1,60	0,28	0,24
1,03 – 1,04	0,03	0,03	1,60 – 1,63	0,29	0,24
1,04 – 1,05	0,04	0,03	1,63 – 1,65	0,29	0,25
1,05 – 1,06	0,05	0,04	1,65 – 1,68	0,30	0,25
1,06 – 1,08	0,06	0,05	1,68 – 1,70	0,30	0,26
1,08 – 1,09	0,07	0,06	1,70 – 1,75	0,31	0,26
1,09 – 1,11	0,08	0,07	1,75 – 1,76	0,31	0,27
1,11 – 1,12	0,09	0,08	1,76 – 1,82	0,32	0,27
1,12 – 1,13	0,10	0,08	1,82 – 1,89	0,33	0,28
1,13 – 1,14	0,10	0,09	1,89 – 1,90	0,34	0,28
1,14 – 1,15	0,11	0,09	1,90 – 1,97	0,34	0,29
1,15 – 1,17	0,12	0,10	1,97 – 1,99	0,35	0,29
1,17 – 1,19	0,134	0,11	1,99 – 2,06	0,35	0,30
1,19 – 1,21	0,14	0,12	2,06 – 2,10	0,36	0,30
1,21 – 1,23	0,15	0,13	2,10 – 2,16	0,36	0,31
1,23 – 1,25	0,16	0,14	2,16 – 2,23	0,37	0,31
1,25 – 1,26	0,17	0,14	2,23 – 2,27	0,37	0,32
1,26 – 1,27	0,17	0,15	2,27 – 2,38	0,38	0,32
1,27 – 1,28	0,18	0,15	2,38 – 2,41	0,38	0,33
1,28 – 1,29	0,18	0,16	2,41 – 2,58	0,39	0,34
1,29 – 1,31	0,19	0,16	2,58 – 2,78	0,40	0,34
1,31 – 1,33	0,20	0,17	2,78 – 2,82	0,41	0,35
1,33 – 1,34	0,21	0,17	2,82 – 3,05	0,41	0,35
1,34 – 1,36	0,21	0,18	3,05 – 3,17	0,42	0,35
1,36 – 1,37	0,22	0,18	3,17 – 3,41	0,42	0,36
1,37 – 1,39	0,22	0,19	3,41 – 3,67	0,43	0,36
1,39 – 1,41	0,23	0,19	3,67 – 3,94	0,43	0,37
1,41 – 1,42	0,23	0,20	3,94 – 4,56	0,44	0,37
1,42 – 1,44	0,24	0,20	4,56 – 4,82	0,44	0,38
1,44 – 1,45	0,24	0,21	4,82 – 6,81	0,45	0,38
1,45 – 1,48	0,25	0,21	6,81 – 7,00	0,46	0,38
1,48 – 1,52	0,26	0,22	> 7	0,46	0,39

7.3.6 Angrenaje conice cu dinţi drepţi – coeficienţii deplasării de profil radiale.

Tabelul 7.18

z_1	u_{12}							
	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
	$x_{r1} = x_{e1}$							
12	-	-	-	-	0,50	0,53	0,56	0,57
13	-	-	-	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55
14	-	-	0,34	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53
15	-	0,18	0,31	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51
16	-	0,17	0,30	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49
18	-	0,15	0,28	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46
20	-	0,14	0,26	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43
25	-	0,13	0,23	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39
30	-	0,11	0,19	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34
40	-	0,09	0,15	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27

Observaţie Coeficientul deplasării de profil radiale se poate calcula cu relaţia :

$$x_{r1} = -x_{r2} = 2\left(1 - \frac{1}{u_{12}^2}\right)\sqrt{\frac{\cos^3\beta_m}{z_1}}$$

7.3.7 Angrenaje conice cu dinţi curbi – coeficientul deplasării de profil radiale.

Tabelul 7.19

z_1	u_{12}							
	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
	x_{n1}							
12	-	-	-	0,32	0,37	0,39	0,41	0,42
13	-	-	-	0,30	0,35	0,37	0,39	0,40
14	-	-	0,23	0,29	0,33	0,35	0,37	0,38
15	-	0,12	0,22	0,27	0,31	0,33	0,35	0,36
16	-	0,11	0,21	0,26	0,30	0,32	0,34	0,35
18	-	0,10	0,19	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32
20	-	0,09	0,17	0,22	0,26	0,28	0,29	0,29
25	-	0,08	0,15	0,19	0,21	0,24	0,25	0,25
30	-	0,07	0,11	0,16	0,18	0,21	0,22	0,22
40	-	0,05	0,09	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17

7.3.8 Angrenaje conice – coeficientul deplasării de profil tangenţiale (sistem ENIMS).

Tabelul 7.20

Unghiul β_m^0	Raportul de transmitere u_{12}						
	1,6 - 1,9	1,9 - 2,25	2,25 -2,75	2,75 - 3,5	3,5 - 4,5	4,5 - 6	6 - 8
	x_{t1}						
0 – 15	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10
15 – 30	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
30 – 40	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	0,18	0,20

7.4 ANGRENAJE CILINDRICE.

7.4.1 Angrenaje cilindrice – coeficienţii de lăţime Ψ_a , Ψ_d şi Ψ_m.

Tabelul 7.21

Destinaţia angrenajului		Ψ_a
Reductoare cu o treaptă	v = 8 ... 25 m / s	≤ 0,3
	v = 2 ... 10 m / s	≤ 0,6
	v = 1 ... 3 m / s	≤ 1,0
Reductoare cu două sau mai multe trepte	Treapta I	0,25 ... 0,33
	Treapta a II-a şi următoarele	0,35 ... 0,45
Cutii de viteze cu roţi baladoare		0,12 ... 0,15
Angrenaje deschise		0,1 ... 0,3

Observaţii: $\Psi_d = \frac{b}{d_1} = \Psi_a \cdot \frac{(u_{12}+1)}{2}$; $\Psi_m = \frac{b}{m} = z_1 \cdot \Psi_d$;

Pentru angrenaje îmbunătăţite se aleg valori pentru Ψ_a înspre limita superioară a intervalelor, iar pentru angrenajele durificate înspre limita inferioară ;

Pentru angrenajele amplasate asimetric faţă de reazeme se adoptă valori pentru Ψ_a înspre limita inferioară a intervalului, iar pentru cele amplasate simetric valori superioare .

Alte recomandări: $\Psi_a = 0,4 \ldots 0,5$ – angrenaje aşezate simetric între lagăre ;

$\Psi_a = 0,25 \ldots 0,4$ – angrenaje aşezate nesimetric între lagăre ;

$\Psi_a = 0,2 \ldots 0,25$ – angrenaje cu una sau ambele roţi în consolă ;

$\Psi_a = 0.2 \frac{u_{12}+1}{u_{12}-1}$ - angrenaje interioare ;

$\Psi_a = 0,4 \ldots 0,63$ – angrenaje în V ;

$\Psi_a = 0,1 \ldots 0,2$ – angrenaje din cutii de viteze

Tabelul 7.22

Instalarea lagărelor arborelui	Aşezarea roţilor faţă de lagăre	Tipul transmisiei			
		dinţi drepţi		dinţi înclinaţi	
		Caracterul sarcinii			
		constantă	variabilă	constantă	variabilă
		$\Psi_d = b/d_1$			
Lagăre în carcasă rigidă	Între reazeme	1,6	1,3	2,0	1,6
	Una din roţi în consolă	0,8	0,7	0,9	0,8
Lagărele nu sunt în carcasă rigidă	Între reazeme	$12 / z_1$			
	Una din roţi în consolă	$10 / z_1$			

Observaţii: La roţi precis prelucrate şi arbori rigizi valorile pot fi mai mari, de exemplu: reductoare de turbină totdeauna $\Psi_d > 2,5$; La durităţi mari ale flancurilor (HB > 4500 MPa) din tabel se ia valoarea Ψ_d minimă .

Tabelul 7.23

Antrenare	Execuţia roţii	Ψ_m
Manuală şi mecanică	Dinţi turnaţi	8 ... 10
	Dinţi frezaţi în construcţii metalice stabile , fixe	12
Mecanică	Dinţi frezaţi	15
Mecanică , funcţionare în baie de ulei	Dinţi frezaţi	15
	Dinţi frezaţi , construcţie şi montaj îngrijit , precis	20

$\Psi_m = 5 \ldots 8$ – execuţie precisă , cutii de viteze la automobile – aviaţie – tancuri;

$\Psi_m = 6 \ldots 10$ – cutii de viteze cu roţile între reazeme;

$\Psi_m = 10 \ldots 15$ – cutii de viteze cu a_{12} mici , roţile între reazeme , arbori rigizi aşezaţi precis

Tabelul 7.24

Transmisia	$\Psi_m = b/m$
Roţi neprelucrate (nefinisate)	6
Roţi prelucrate	
- în lagăre cu carcasă subţire	10 ... 20
- în lagăre cu carcasă rigidă	<45
- planetare	8 ... 20

Observaţii: De regulă în construcţia de maşini se ia $\Psi_m = 10$;
Pentru roţi din mase plastice $\Psi_m = 10 ... 20$;
Pentru roţi conice Ψ_m se ia mai mic cu 10 ... 15 % .

7.4.2 Valori tipizate pentru ψ_a şi ψ_d.

Tabelul 7.25

$\Psi_a = b_2 / a_w$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	0,63

Tabelul 7.26

$\Psi_d = b_2 / d_1$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2

7.4.3 Angrenaje cilindrice - lăţimea roţilor.

Tabelul 7.27

Angrenare	Poziţia roţii pe arbore	b
Exterioară	În consolă	$\le 0{,}15 \cdot (d_1 + d_2)$
	Între lagăre	$\le 0{,}20 \cdot (d_1 + d_2)$
Interioară	În consolă	$\le 1{,}2 \cdot d_1$
	Între lagăre	$\le 1{,}35 \cdot d_1$

$b = (0{,}2 ... 0{,}6) \cdot (d_1 + d_2)$ - reductoare , ungere în baie de ulei

$b = \Psi_m \cdot m$; $b \le d_1$; $b \ge \frac{d_2}{12}$

7.4.4 Lăţimea pinionului şi roţii conduse în reductoarele cilindrice.

Tabelul 7.28

b_1 , b_2, mm	b_1 / b_2	b_1 , b_2, mm	b_1 / b_2
Până la 30	1,1	Peste 50 până la 80	1,08
Peste 30 până la 50	1,09	Peste 80 până la 120	1,06

7.4.5 Angrenaje cilindrice. Gradul de acoperire.

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\left(\frac{z_1}{2} + h_a^*\right)^2 - \left(\frac{z_1}{2} \cdot \cos\alpha\right)^2} \pm \sqrt{\left(\frac{z_2}{2} \pm h_a^*\right)^2 - \left(\frac{z_2}{2} \cdot \cos\alpha\right)^2}}{\pi \cdot \cos\alpha} - \frac{(z_1 + z_2)}{2} \cdot \sin\alpha > 1{,}1$$

\+ angrenare exterioară; - angrenare interioară

h_a^* – coeficient de înălţime a capului dintelui ; $h_a^* = 1$ sau $h_a^* = 0{,}8$

Tabelul 7.29

A	h_a	ε
20^0	m	$\varepsilon = 1{,}913 - \frac{2{,}562 \cdot (5 + u_{12})}{(z_1 + z_2)}$
20^0	0,8.m	$\varepsilon = 1{,}530 - \frac{1{,}645 \cdot (5 + u_{12})}{(z_1 + z_2)}$
15^0	m	$\varepsilon = 2{,}460 - \frac{4{,}480 \cdot (5 + u_{12})}{(z_1 + z_2)}$

Pentru angrenarea a două cremaliere avem :

$\alpha = 20^0$ şi $h_a = m \Rightarrow \varepsilon = 1{,}98$

$\alpha = 20^0$ şi $h_a = 0{,}8.m \Rightarrow \varepsilon = 1{,}58$

$\alpha = 15^0$ şi $h_a = m \Rightarrow \varepsilon = 2{,}54$

7.4.6 Angrenaje cilindrice. Numărul de dinţi la pinion.

Tabelul 7.30

A	h_a	z_1
20^0	m	$z_1 = \frac{2{,}562 \cdot (5 + u_{12})}{(1{,}913 - \varepsilon) \cdot (1 + u_{12})}$
15^0	m	$z_1 = \frac{4{,}48 \cdot (5 + u_{12})}{(2{,}46 - \varepsilon) \cdot (1 + u_{12})}$

7.4.6.1 Angrenaje cilindrice. Numărul minim de dinţi la pinion.

Tabelul 7.31

A	h_a	$z_{1\,min}$ **teoretic**	$z_{1\,min}$ **recomandat**
20^0	m	$z_{1\,min} = \frac{2}{\sin^2 20^0} \approx 17$	20 ... 25
20^0	0,8.m	$z_{1\,min} = \frac{1{,}6}{\sin^2 20^0} \approx 14$	18 ... 20
15^0	m	$z_{1\,min} = \frac{2}{\sin^2 15^0} \approx 30$	35 ... 40

Observaţie: Pentru angrenaje cilindrice cu dinţi înclinaţi : $z_1 = \frac{z_\Sigma}{u_{12} + 1} \geq z_{1\,min}$; $z_{1\,min} = 17 \cdot \cos^3 \beta$

7.4.6.2 Numere minime de dinţi la pinioane cilindrice tăiate cu cuţit pieptene.

Tabelul 7.32

β^0	z_{min} **pentru x = 0**	β^0	z_{min} **pentru x = 0,3**
Până la 12	17	Până la 12	12
Peste 12 până la 17	16	Peste 12 până la 20	11
Peste 17 până la 21	15	Peste 20 până la 25	10
Peste 21 până la 24	14	Peste 25 până la 30	9
Peste 24 până la 28	13	Peste 30 până la 34	8
Peste 28 până la 31	12	Peste 34	7
Peste 31 până la 34	11		
Peste 34	10		

Se recomandă: $z_1 = 15 \ldots 20$ – pentru $v < 1$ m /s ;
$z_1 = 18 \ldots 22$ – pentru $v = 1 \ldots 5$ m /s ;
$z_1 = 20 \ldots 25$ – pentru $v > 5$ m / s .

7.4.7 Angrenaje cilindrice cu dinţi drepţi – seria de 8 freze modul.

Tabelul 7.33

Freza nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Nr.dinţi	12 ... 13	14 ... 16	17 ... 20	21 ... 25	26 ... 34	35 ... 54	55... 134	≥135

7.4.7.1 Angrenaje cilindrice cu dinţi drepţi – seria de 15 freze modul.

Tabelul 7.34

Freza nr.	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
Nr.dinţi	12	13	14	15 ... 16	17 ... 18	19 ... 20	21 ... 22	23 ... 25
Freza nr.	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	
Nr.dinţi	26 ... 29	30 ... 34	35 ... 41	42 ... 54	55 ... 79	80... 134	135 ... cremalieră	

Observaţii: Se poate executa orice număr de dinţi de la 12 în sus cu o serie de 8 freze până la modulul 8 inclusiv şi cu o serie de 15 freze pentru modulele 9 ... 16
Cu cât modulul roţii dinţate este mai mare cu atât abaterile rezultate din reunirea mai multor numere de dinţi într-o singură grupă vor fi mai mari. Din acest motiv la module mari numărul de dinţi se împarte în 15 grupe în loc de 8

7.4.8 Valori orientative ale coeficienţilor de frecare la angrenajele cilindrice şi conice.

Tabelul 7.35

Materialele roţilor dinţate	Prelucrarea flancurilor	Coeficientul de frecare μ_a
Oţeluri durificate superficial	Rectificare	0,04 ... 0,08
	Şevăruire	0,06 ... 0,10
	Frezare	0,09 ... 0,12
Oţeluri îmbunătăţite sau normalizate	Frezare	0,09 ... 0,14
Oţel îmbunătăţit/masă plastică	Frezare	0,08

Observaţie. Coeficientul de frecare μ_a se adoptă spre valorile minime la ungerea cu uleiuri sintetice şi cu cât treapta de precizie şi de rugozitate este mai bună

7.5 ANGRENAJE MELCATE.

7.5.1 Viteza de alunecare.

Se poate stabili cu suficientă precizie cu una din relaţiile de mai jos :

$$v_{al} \approx (3{,}7 \ldots 4{,}6) \cdot n_1 \cdot \sqrt[3]{M_{t2}} \cdot 10^{-4} \quad (m/s)$$

$$v_{al} \approx (1{,}8 \ldots 6{,}6) \cdot n_2 \cdot \sqrt[3]{M_{t2}} \cdot 10^{-3} \quad (m/s)$$

$$v_{al} \approx 4{,}2 \cdot n_2 \cdot \sqrt[3]{z_2 \cdot M_{t2}} \cdot 10^{-3} \quad (m/s)$$

$$v_{al} \approx 5{,}24 \cdot 10^{-5} \cdot m_x \cdot n_1 \cdot \sqrt{z_1^2 + q^2} \quad (m/s)$$

$$v_{al} \approx 4{,}3 \cdot \omega_2 \cdot u_{12} \cdot \sqrt[3]{M_{t2}} \cdot 10^{-3} \quad (m/s)$$

$$v_{al} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000 \cdot \cos\gamma} \quad (m/s)$$

$$v_{al} = \frac{m_x \cdot \omega_1}{2 \cdot 10^3} \cdot \sqrt{q^2 + z_1^2} \quad (m/s)$$

$$v_{al} \approx (0{,}02 \ldots 0{,}05) \cdot \omega_1 \, (m/s)$$

unde: M_{t2} [N.m] - momentul de torsiune la arborele roţii melcate .

7.5.2 Gradul de acoperire în plan frontal median.

$$\varepsilon_x = \sqrt{\left(\frac{0,5\cdot z_2 + 1 + x}{\pi\cdot\cos\alpha}\right)^2 - \left(\frac{z_2}{2\pi}\right)^2} - \frac{z_2}{2\pi}\cdot tg\alpha + \frac{2\left(h_a^* - x\right)}{\pi\cdot\sin 2\alpha}$$

$$\varepsilon_x = \sqrt{[0,17\cdot(z_2+x)+0,34]^2 - (0,16\cdot z_2)^2} - 0,058\cdot z_2 + 1,01\cdot(1-x)$$

$$\varepsilon_x = \frac{\sqrt{(0,5\cdot d_{a2})^2 - (0,5\cdot d_2\cdot\cos\alpha)^2} - 0,5\cdot d_2\cdot\sin\alpha + \dfrac{(h_a^* - x)\cdot m_x}{\sin\alpha}}{\pi\cdot m_x\cdot\cos\alpha}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\sqrt{d_{a2}^2 - d_2^2\cdot\cos^2\alpha} - d_2\cdot\sin\alpha + \dfrac{2m_x(h_a^* - x)}{\sin\alpha}}{2\cdot\pi\cdot m_x\cdot\cos\alpha}$$

$$\varepsilon_x = \frac{\sqrt{(z_2 + 2h_a^* + 2x)^2 - z_2^2\cdot\cos\alpha} - z_2\cdot\sin\alpha + \dfrac{2\cdot(h_a^* - x)}{\sin\alpha}}{2\cdot\pi\cdot\cos\alpha}$$

7.5.2.1 Gradul de acoperire echivalent mediu.

$$\varepsilon_m = \frac{\sqrt{d_{a2}^2 - d_2^2\cdot\cos^2\alpha} - d_2\cdot\sin\alpha + \dfrac{2m_x(h_a^* - x)}{\sin\alpha}}{2\cdot\pi\cdot m_x\cdot\cos\alpha\cdot\cos^2\theta};$$

$$\theta = \arccos\left[\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_n}\cdot\cos\gamma\right]$$

7.5.3 Unghiul elicei melcului.

Tabelul 7.36

q	8	9	10	11	12	13
z_1	$\gamma(\gamma_w)$					
1	$7^0 7`30"$	$6^0 20`25"$	$5^0 42`38"$	$5^0 11`40"$	$4^0 45`49"$	$4^0 23`55"$
2	$14^0 2`10"$	$12^0 31`44"$	$11^0 18`36"$	$10^0 18`17"$	$9^0 27`44"$	$8^0 44`46"$
(3)	$20^0 33`22"$	$18^0 26`6"$	$16^0 41`57"$	$15^0 15`18"$	$14^0 2`10"$	$12^0 59`41"$
4	$26^0 33`54"$	$23^0 57`45"$	$21^0 48`5"$	$19^0 58`59"$	$18^0 26`6"$	$17^0 6`10"$

$$tg\gamma = \frac{z_1}{q}; tg\gamma_w = \frac{z_1}{q+2x};\ \eta = \frac{tg\gamma_w}{tg(\gamma_w + \varphi')}.$$

7.5.4 Numărul minim de dinţi la roata melcată.

Tabelul 7.37

u_{12}	z_1	$z_{2\,min}$	$z_{2\,min}$
7 ... 9	4	28 ... 27	28 ... 36
10 ... 14	3	30 ... 28	30 ... 42
15 ... 28	2	30 ... 28	30 ... 56
≥ 30	1	≥ 30	≥ 30
		$\alpha = 20^0$	$\alpha = 15^0$

$z_{2\,min} = 27$ dinţi pentru $\alpha = 20^0$;

$z_{2\,min} = 30$ dinţi pentru $\alpha = 15^0$.

7.5.5 Lungimea melcului şi lăţimea roţii melcate.

Tabelul 7.38

x	z_1	
	1 şi 2	4
- 1,0	$b_1 \geq (10,5 + 0,06.z_2)m_x$	$b_1 \geq (10,5 + 0,09.z_2)m_x$
- 0,5	$b_1 \geq (8 + 0,06.z_2)m_x$	$b_1 \geq (9,5 + 0,09.z_2)m_x$
0	$b_1 \geq (11 + 0,06.z_2)m_x$	$b_1 \geq (12.5 + 0,09.z_2)m_x$
+ 0,5	$b_1 \geq (11 + 0,1.z_2)m_x$	$b_1 \geq (12,5 + 0,1.z_2)m_x$
+ 1,0	$b_1 \geq (12 + 0,1.z_2)m_x$	$b_1 \geq (13 + 0,1.z_2)m_x$

Observaţii: Pentru melci frezaţi şi şlefuiţi lungimea melcului se măreşte cu $3.m_x$ sau:
25 mm pentru $m_x < 10$ mm;
35 . 40 mm pentru $m_x = 10 \ldots 16$ mm;
50 mm pentru $m_x > 16$ mm

Lungimea melcului se poate calcula şi cu relaţia: $b_1 \approx 2,5 \cdot m_x \sqrt{z_2 + 1}$.

Numărul de începuturi ale melcului se poate stabili cu relaţia: $z_1 \approx \frac{1}{u_{12}} \left(7 + 2,4 \cdot \sqrt{a_w}\right)$

Diametrul de divizare al melcului se poate calcula cu relaţia: $d_1 = \left(2,8 + 4 \cdot \sqrt{z_1}\right) \cdot m_x$.

Tabelul 7.39

z_1	b_2	$d_{e2} \geq$
1	$0,75.d_1$	$d_{a2} + 2m_x$
2 , 3	$0,75.d_1$	$d_{a2} + 1,5m_x$
4	$0,67.d_1$	$d_{a2} + m_x$

Observaţie: Lăţimea roţii melcate se poate calcula şi cu relaţia : $b_2 \approx 2 \cdot m_x \left(0,5 + \sqrt{q+1}\right)$

7.5.6 Coeficienţi de frecare şi unghiuri de frecare.

Tabelul 7.40

Viteza de alunecare V_{al}, m/s	Bronzuri cu staniu				Bronzuri de înlocuire şi alame		Fonte			
	HRC > 45		HRC < 45		HRC > 45		HRC > 45		HRC < 45	
	μ	φ	μ	φ	μ	φ	μ	φ	μ	φ
0.01	0.110	6.28333^0	0,120	6.84999^0	0,180	10.19999^0	0.180	10.19999^0	0,190	10.74999^0
0.05	0.090	5.14999	0.100	5.71666	0,140	7.96666	0.140	7.96666	0.160	9.08333
0.10	0.080	4.56666	0.090	5.14999	0.130	7.39999	0.130	7.39999	0.140	7.96666
0.25	0.065	3.71666	0.075	4.28333	0.100	5.71666	0.100	5.71666	0.120	6.85000
0.50	0.055	3.14999	0.065	3.71666	0.090	5.14999	0.090	5.14999	0.100	5.71666
1.0	0.045	2.58333	0.055	3.14999	0.070	4.00000	0.070	4.00000	0.090	5.14999
1.5	0.040	2.28333	0.050	2.86666	0.065	3.71666	0.065	3.71666	0.080	4.56666
2.0	0.035	2.00000	0.045	2.58333	0.055	3.14999	0.055	3.14999	0.070	4.00000
2.5	0.030	1.71666	0.040	2.28333	0.050	2.86666				
3.0	0.028	1.59999	0.035	2.00000	0.045	2.58333				
4.0	0.024	1.36666	0.031	1.78333	0.040	2.28333				
5.0	0.022	1.26666	0.029	1.66666	0.035	2.00000				
8.0	0.018	1.03333	0.026	1.48333	0.030	1.71666				
10.0	0.016	0.91666	0.024	1.36666						
15.0	0.014	0.79999	0.020	1.14999						
24.0	0.013	0.74999								

Observaţii: Valorile sunt indicate pentru melci rectificaţi cu Ra < 2,5 μm. În calculul randamentului rezemarea arborilor melcului şi roţii melcate se consideră pe rulmenţi.

7.5.7 Randamente.

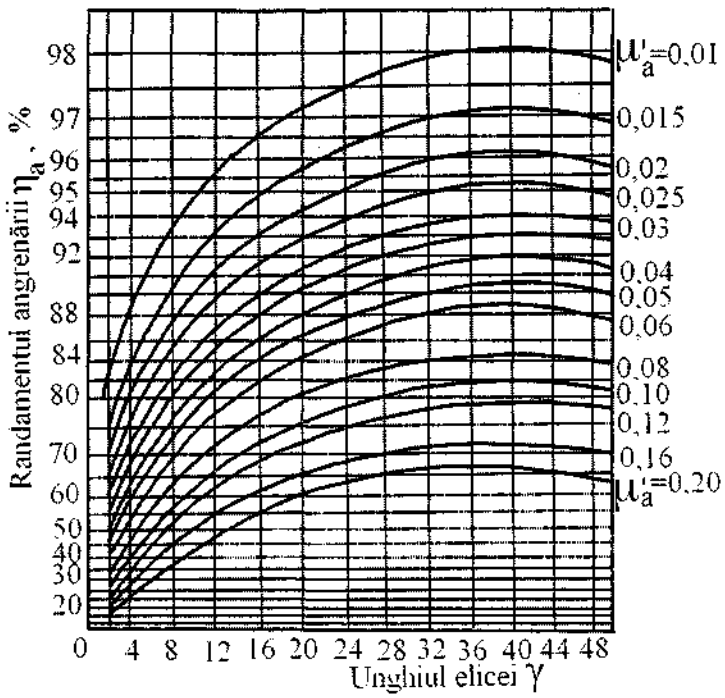


Fig.7.8

7.5.8 Verificarea la încălzire.

La răcire naturală:

$$t_f = \frac{(1-\eta)\cdot P_1}{\lambda \cdot A} + 20^0 \le t_a = 90..95^0C$$

P_1[W], A[m^2]

λ = 9 ... 17 W/m^2.^{0}C – coeficientul de convecţie termică

La răcirea cu ventilator

$$t_f = \frac{(1-\eta)\cdot P_1}{(0{,}7\cdot\lambda + 0{,}3\cdot\lambda_v)\cdot A} + 20^0 \le t_a$$

Tabelul 7.41

ω_v, s^{-1}	75	100	150	300
λ_v	17	21	29	40

Tabelul 7.42

a [mm]	80	100	125	140	160	180	200	225	250	280
A [m^2]	0,19	0,24	0,36	0,43	0,54	0,67	0,80	1	1,2	1,4

Suprafaţa de schimb de căldură la un reductor melcat se poate calcula cu una din relaţiile:

$$A \approx 20\cdot a_w^2\ [m^2]\ ;\quad A \approx 12\cdot a_w^{1,71}\ [m^2]$$

unde: a_w [m] – distanţa axială a angrenajului melcat.

La carcasă nervurată la suprafaţa de schimb de căldură se adaugă şi 50% din suprafaţa nervurilor.

7.6 CONSTRUCŢIA ROŢILOR DINŢATE.

7.6.1 Roţi dinţate cilindrice.

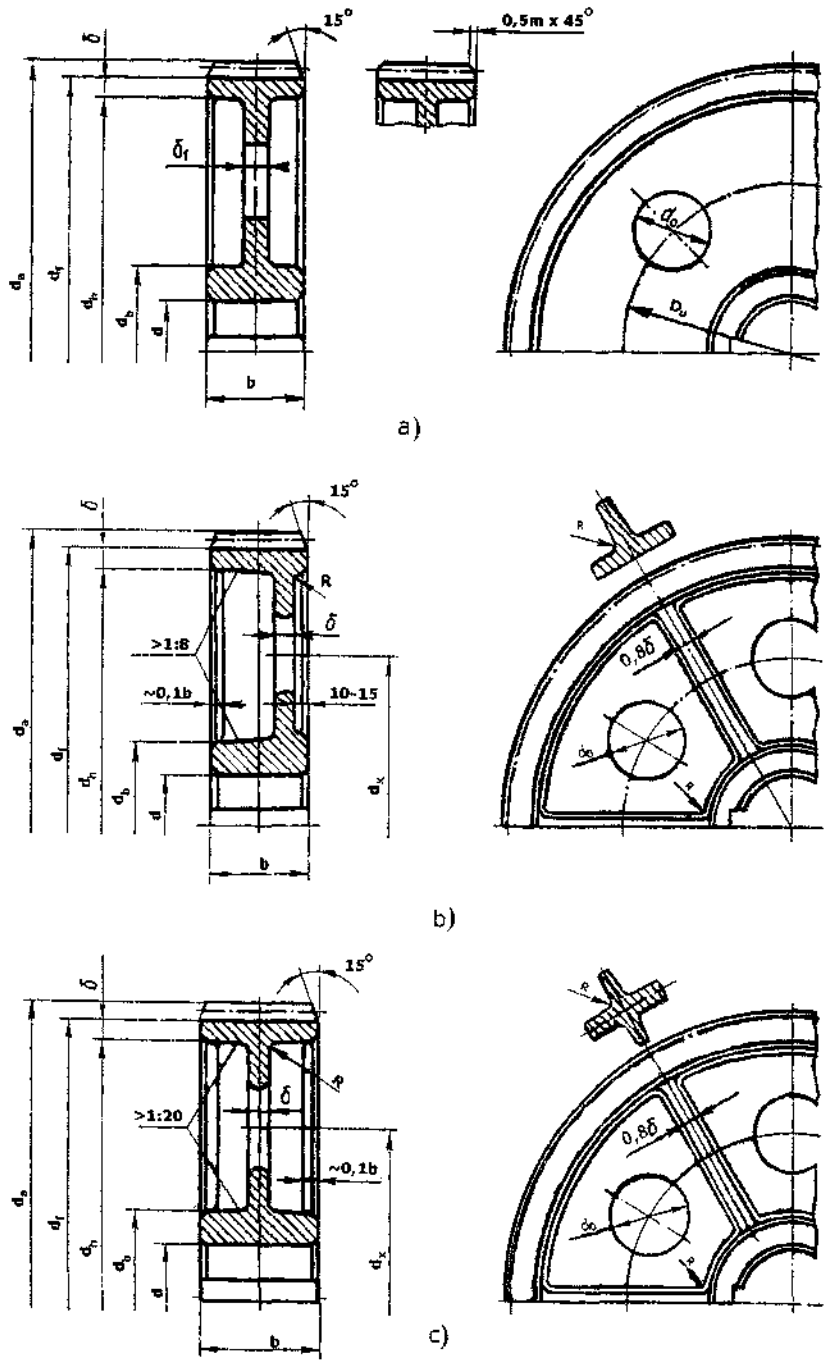


Fig.7.9

a) – roată cilindrică forjată : $d_a \leq 500$ . . 600 mm; *b)* – roată cilindrică turnată cu un disc nesimetric : $d_a \leq 800$ mm ; $b \leq 150$ mm; *c)* – roată cilindrică turnată cu disc simetric : $d_a \leq 2000$ mm : $b \leq 250$ mm ;

$\delta = m_t.(0,9+\psi_a \div 0,01.z_c)$; $d_1 = d_f - 2\delta$; $\delta_1 = (0,25 \ldots 0,3).b$; $d_b = (1,5 \ldots 1,6).d$; $d_0 = (d_1 - d_b)/5$; $d_i = (d_1 + d_b)/2$; $R = \delta$.

7.6.2 Roţi dinţate conice.

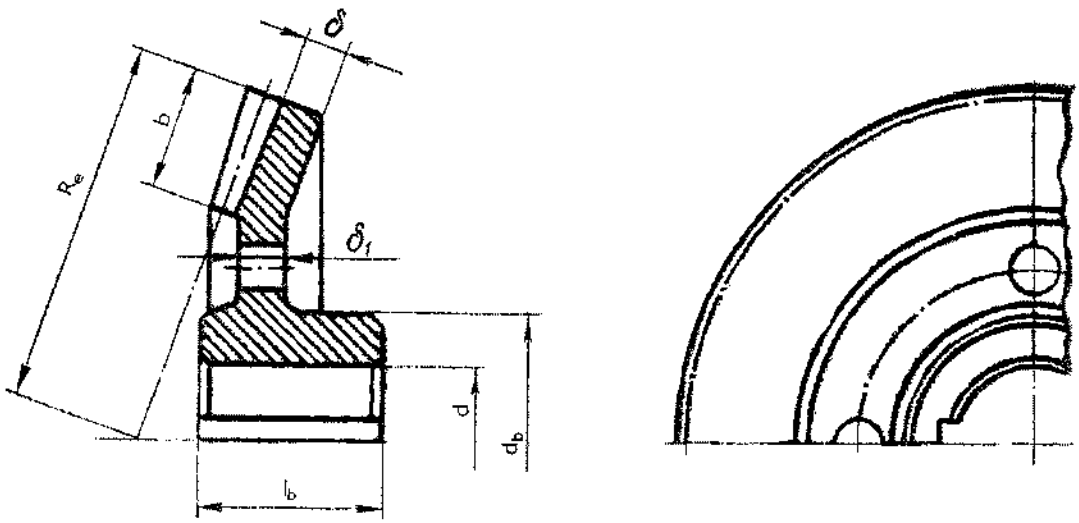


Fig.7.10

$\delta = m_{te}(1,6 + 0,02.z)$; $\delta_1 = 1,6.\delta$; $d_b = 1,6.d$; $l_b = 1,2.d$

7.6.3 Roţi melcate.

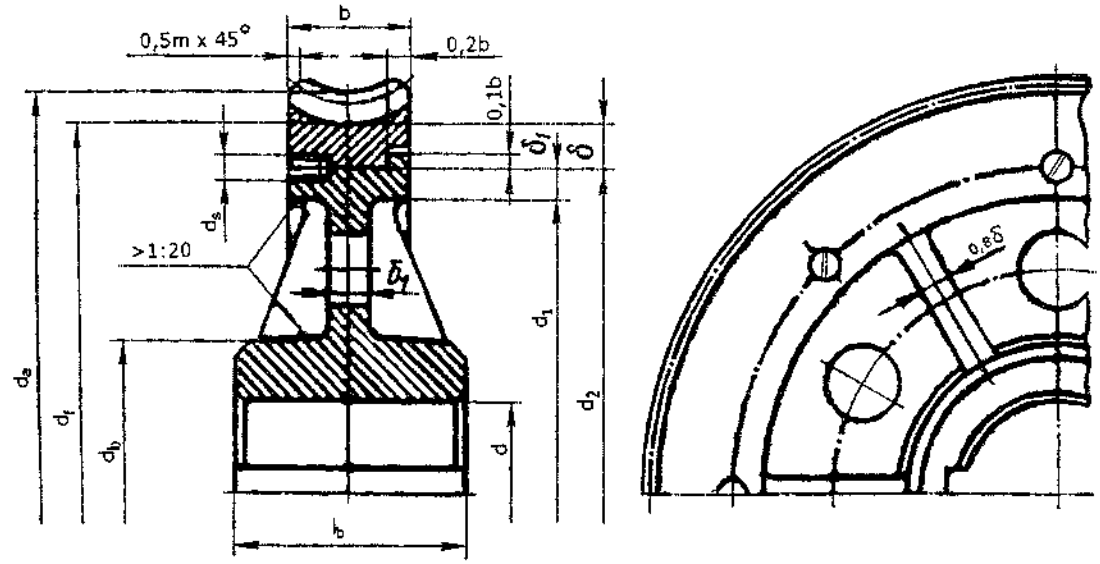


Fig.7.11

roată melcată – coroana din bronz şi discul din fontă sau oţel turnat ;
$\delta \geq 2.m_x$; $\delta_1 = 0,3.b$; $d_2 = d_f + 2\delta$; $d_1 = d_2 - 2\delta_1$; $d_b = 1,6.d$; $l_b = 1,2.d$; $d_s = m_x + 2$ (metric)
lungime ştift $2,5.d_s$; nr. ştifturi 3 ... 8 .

7.6.4 Degajări la danturare.

7.6.4.1 Prelucrarea pinioanelor monobloc (caneluri în evolventă) cu freze melc.

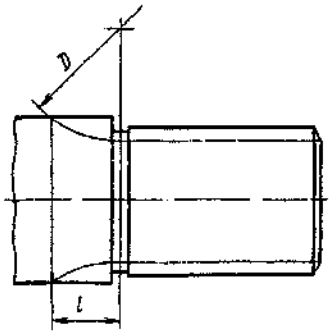


Fig.7.12

Tabelul 7.43

Treapta de precizie	Modulul danturii m , mm					
	2,00 ... 2,25	2,50 ... 2,75	3,00 ... 3,75	4 ,0 ... 4,5	5,0 ... 5,5	6 ... 7
	Diametrul frezei D					
7	90	100	112	125	140	160
8 ... 10	70	80	90	100	112	125

Observaţie. Ieşirea frezei *l* se determină grafic.

7.6.4.2 Diametrul frezei melc funcţie de diametrul exterior al pinionului (canelurii).

Tabelul 7.44

Diametrul exterior al pinionului(caneluri)	25 ... 28	32 ... 38	42 ... 48	54 ... 65	72 ... 92
Diametrul frezei melc	70	80	90	100	112

7.6.4.3 Degajarea pentru ieşirea cuţitului roată la danturarea blocurilor baladoare.

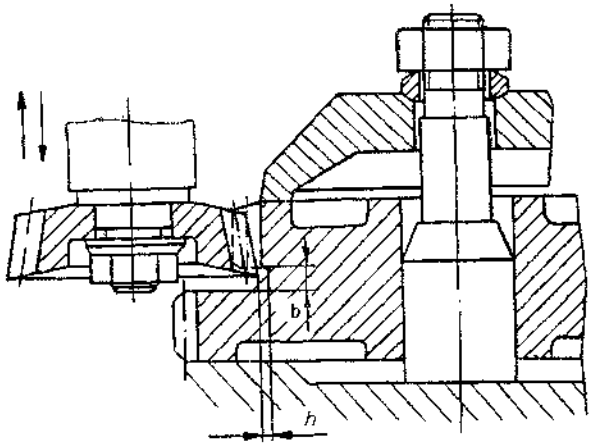


Fig.7.13

Tabelul 7.45

β^0	Modulul m , mm					
	1,5	2 3	4	5 6	8	10
	Lungimea degajării b					
0	5	6	7	8	10	11
15	5,5	7	8,5	10	12	15
23	6,5	8	10	12	15	18
30	7,5	10	12	15	18	22

Observaţie: Adâncimea degajării se adoptă h = 1 ... 2 mm

7.6.4.4 Degajarea pentru ieşirea frezei melc (fig.7.13)

Tabelul 7.46

m_n , mm	β^0			m_n , mm	β^0		
	20	30	40		20	30	40
	Lungimea degajării b				Lungimea degajării b		
2	28	32	35	5	52	58	63
2,5	32	37	40	6	60	67	72
3,0	36	42	45	7	68	75	82
3,5	40	47	50	8	75	82	90
4	46	52	55	10	90	100	108

Observaţie: Adâncimea degajării se adoptă h = 1 ... 2 mm .

7.6.4.5 Degajare pentru ieşirea cuţitului roată la danturarea blocurilor baladoare cilindrice cu dinţi drepţi.

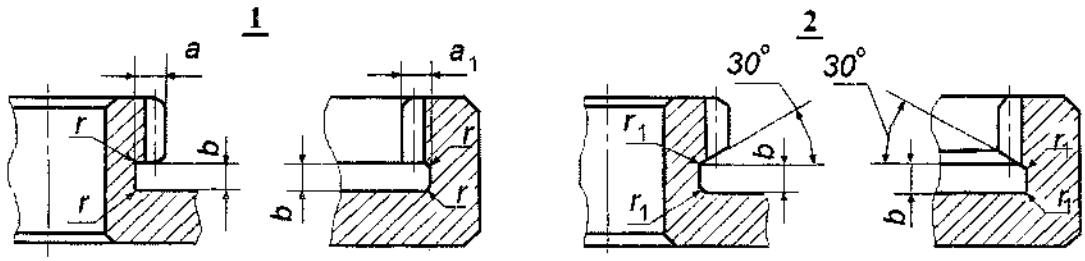


Fig.7.14

Tabelul 7.47

Modulul m	Lungimea degajării b						a = a_1	r
	Execuţia 1			Execuţia 2				
	Dinţi drepţi	Dinţi înclinaţi		Dinţi drepţi	Dinţi înclinaţi			
		$\beta=15^0$	$\beta=23^0$		$\beta=15^0$	$\beta=23^0$		
1				-	-	-	3	
1,25-1,5	5	6	7	-	-	-	4	0,5
1,75-2				-	-	-	5	
2,25				10	13	14	6	
2,5							6,5	0,5
2,75-3	6	7	8				7,5	0,5
3,25							9	1,0
3,5-4							10,5	1,0
4,25-4,5	7	8	9				12	
5				10	13	14	13	

Tabelul 7.47 - continuare

5,5 6 6,5	8	9	10				15 16 18	1,0
7 8 9	9	10	11				18 20 22,5	
10 11 12	10	12	12	12	15	16	25 28 30	1,6

Observaţie: $\beta_1 = 15^0$ şi $\beta_2 = 23^0$ sunt unghiurile de înclinare ale dinţilor cuţitului roată; $r_1 = r + 0,5$.

7.6.4.6 Degajarea pentru ieşirea frezei melc la danturarea roţilor cilindrice cu dinţi în V.

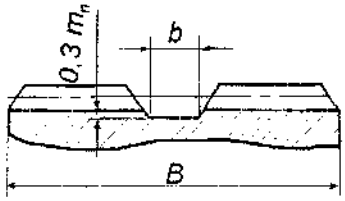


Fig.7.15

Tabelul 7.48

Modulul normal m_n	Lăţimea degajării b Unghiul de înclinare al danturii β			Modulul normal m_n	Lăţimea degajării b Unghiul de înclinare al danturii β		
	$15^0 ... 25^0$	$25^0 ... 35^0$	$35^0 ... 45^0$		$15^0 ... 25^0$	$25^0 ... 35^0$	$35^0 ... 45^0$
1	20	22	24	5	60	65	70
1,5	24	26	28	6	70	75	80
2	28	30	34	7	75	80	85
2,5	34	36	40	8	85	90	95
3	38	40	45	9	95	105	110
3,5	45	50	55	10	100	110	115
4	50	55	60	12	115	125	135
4,5	55	60	65				

7.7 TREPTE DE PRECIZIE.

7.7.1 Angrenaje cilindrice şi conice.

Tabelul 7.49

Treapta de precizie cinematică	Viteza periferică v(m/s)	
	Dinţi drepţi sau puţin înclinaţi	Dinţi cu înclinări mari sau în V
6	10 ... 15	15 ... 30
7	6 ... 10	10 ... 15
8	2 ... 6	4 ... 10
9	0,5 ... 2	1 ... 4
10	< 0,5	< 1

7.7.2 Angrenaje melcate.

Tabelul 7.50

Viteza periferică a melcului v_1(m/s)	> 6	3 ... 6	1 ... 3	< 1
Treapta de precizie cinematică	6	7	8	9

7.8 DESENE DE EXECUŢIE PENTRU ROŢI DINŢATE.

7.8.1 Roată dinţată cilindrică.

Tabelul 7.51

Modulul normal		m_n	3
Modulul frontal		m_t	3,126
Numărul de dinţi		z	58
Profilul de referinţă		-	1-0,25-20^0 STAS 821
Unghiul de înclinare		β	16^0 20'
Sensul de înclinare		-	dreapta
Coeficientul normal al deplasării de profil		x_n	0
Coarda constantă normală/înălţimea la coarda constantă normală		$\bar{s}_{cn} / \bar{h}_{cn}$	4,161/2,242
Diametrul de divizare		d	181,317
Treapta de precizie şi jocul		-	7 – C STAS 6273
Roata conjugată	Nr.dinţi	z	23
	Nr.desen	-	

Condiţii tehnice:
Semifabricat forjat conform STAS 2171/2
Duritatea HB 275 ... 300
Razele de racordare necotate vor fi R = 1,6 mm max.
Muchiile ascuţite se teşesc la 0,5 x 45^0
Toleranţe mS conform ISO 2768 şi SR EN 22768

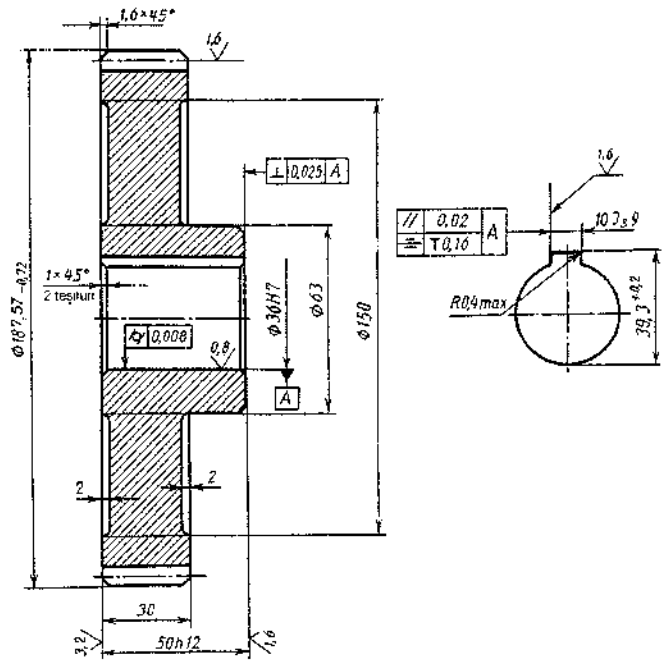


Fig.7.16

7.8.2 Roată dinţată conică.

Tabelul 7.52

Modulul exterior		m	5,5
Modulul median		m_m	4,674
Numărul de dinţi		z	36
Profilul de referinţă		-	1-0,20-20^0 STAS 6844
Unghiul de înclinare		β_m	-
Unghiul conului de divizare		δ	60^{0}25'40''
Coeficientul deplasării de profil radiale		x_r	0,25
Coarda constantă exterioară / înălţimea la coarda constantă		$\bar{s}_e / \bar{h}_c$	8,512 / 5,325
Diametrul de divizare		d	198
Lungimea generatoarei de divizare		R_e	113,828
Lungimea medie a generatoarei de divizare		R_m	96,753
Unghiul conului de picior		δ_f	57^{0}47'56''
Unghiul conului de cap		δ_a	63^{0}52'58''
Înălţimea exterioară a dintelui		h_e	12,1
Unghiul dintre axe		Σ	90^0
Treapta de precizie şi jocul		-	8 – C STAS 6460
Roata conjugată	Nr.dinţi	z	
	Nr.desen	-	

Condiţii tehnice:

Semifabricat forjat conform STAS 2171/2
Duritatea HB 275 ... 300
Razele de racordare necotate vor fi
R = 1,6 mm max.
Muchiile ascuţite se teşesc la 0,5 x 45^0
Toleranţe mS conform ISO 2768 şi
SR EN 22768

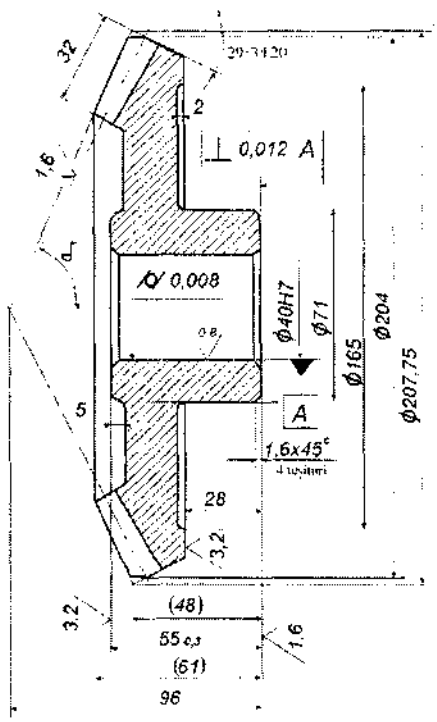


Fig.7.17

7.8.3 Melc.

Tabelul 7.53

Modulul axial		m_x	8
Modulul normal		m_n	7,844
Numărul de dinţi		z_1	2
Tipul melcului		-	ZK I
Melcul de referinţă		-	1-0,20-20^0 STAS 6845
Unghiul de pantă al elicei de referinţă		γ	11^{0}18'35''
Sensul înclinării danturii		-	Dreapta
Coeficientul diametral		q	10
Coarda normală de referinţă / înălţimea la coarda de referinţă		$\bar{s}_{on} / \bar{h}_{on}$	12,322 / 8
Diametrul de referinţă		d	80
Pasul elicei		P_z	50,265
Treapta de precizie şi jocul			8 – B STAS 6461
Distanţa între axe în angrenaj		a_w	180±0,080
Roata conjugată	Nr.dinţi	z_2	36
	Nr.desen	-	

Condiţii tehnice:

Semifabricat forjat conform STAS 2171/2

Duritatea HB 250 min.

Razele de racordare necotate vor fi R = 1,6 mm max.

Muchiile ascuţite se teşesc la 0,5 x 45^0

Toleranţe mS conform ISO 2768 şi SR EN 22768

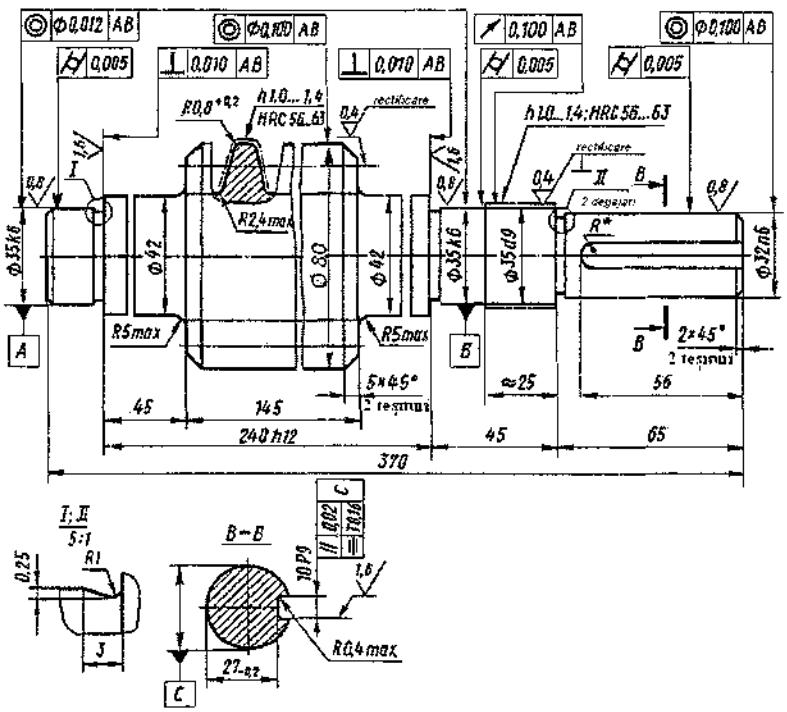


Fig.7.18

7.8.4 Roată melcată.

Tabelul 7.54

Modulul frontal		m_t	8
Numărul de dinţi		z_2	36
Melcul generator		-	ZK 1 STAS 6845
Sensul înclinării danturii		-	Dreapta
Coeficientul deplasării de profil		x	-0,5
Diametrul de divizare		d	288
Treapta de precizie şi jocul			8 – B STAS 6461
Distanţa între axe în angrenaj		a_w	180±0,080
Melcul conjugat	Nr.dinţi	z_1	2
	Nr.desen	-	

Condiţii tehnice:

Semifabricat turnat conform STAS 1592 şi STAS 6287

Razele de racordare necotate vor fi R = 3 mm max.

Muchiile ascuţite se teşesc la 2 x 45^0

Toleranţe mS conform ISO 2768 şi SR EN 22768

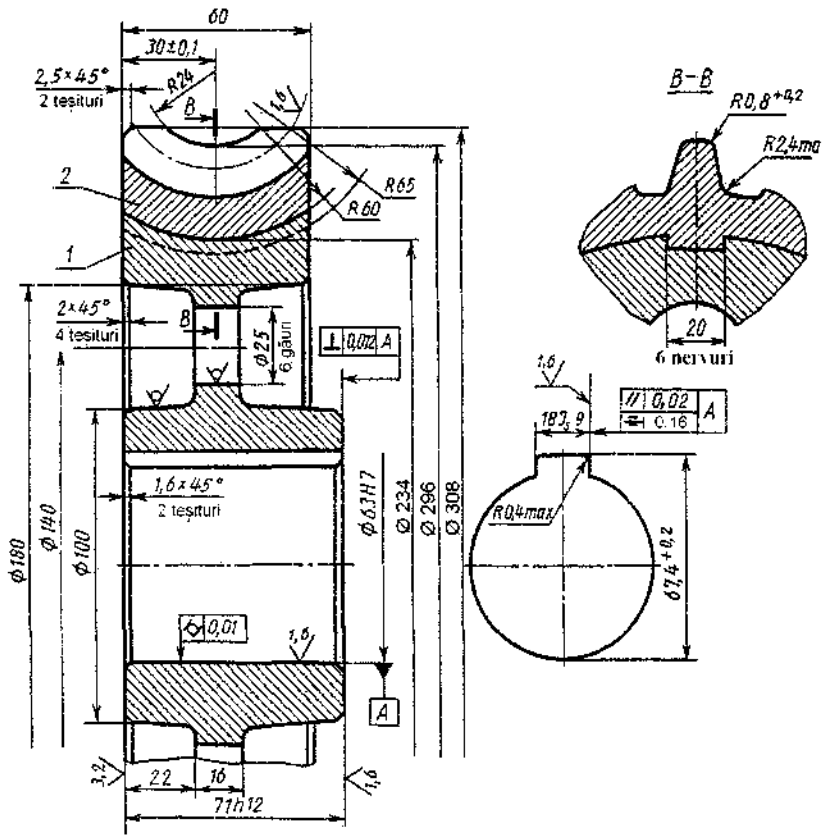


Fig.7.19

7.9 REPREZENTAREA ROȚILOR DINȚATE ȘI ANGRENAJELOR (STAS 734, ISO 2203).

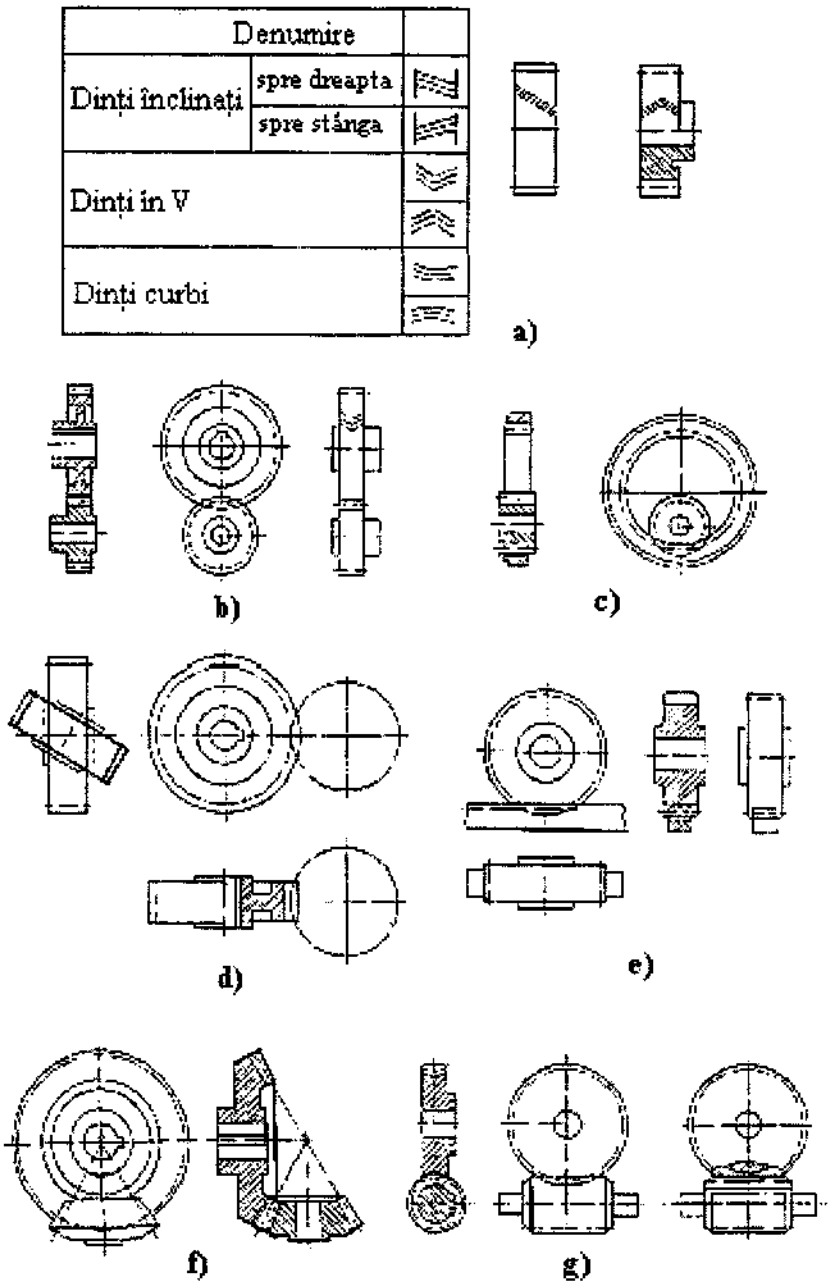


Fig.7.20

a – indicarea orientării danturii ; b – angrenaj cilindric exterior ; c – angrenaj cilindric interior ; d – angrenaj elicoidal ; e – angrenaj pinion – cremalieră ; f – angrenaj conic ; g – angrenaj melcat .

7.10 SCHEME CINEMATICE REDUCTOARE.

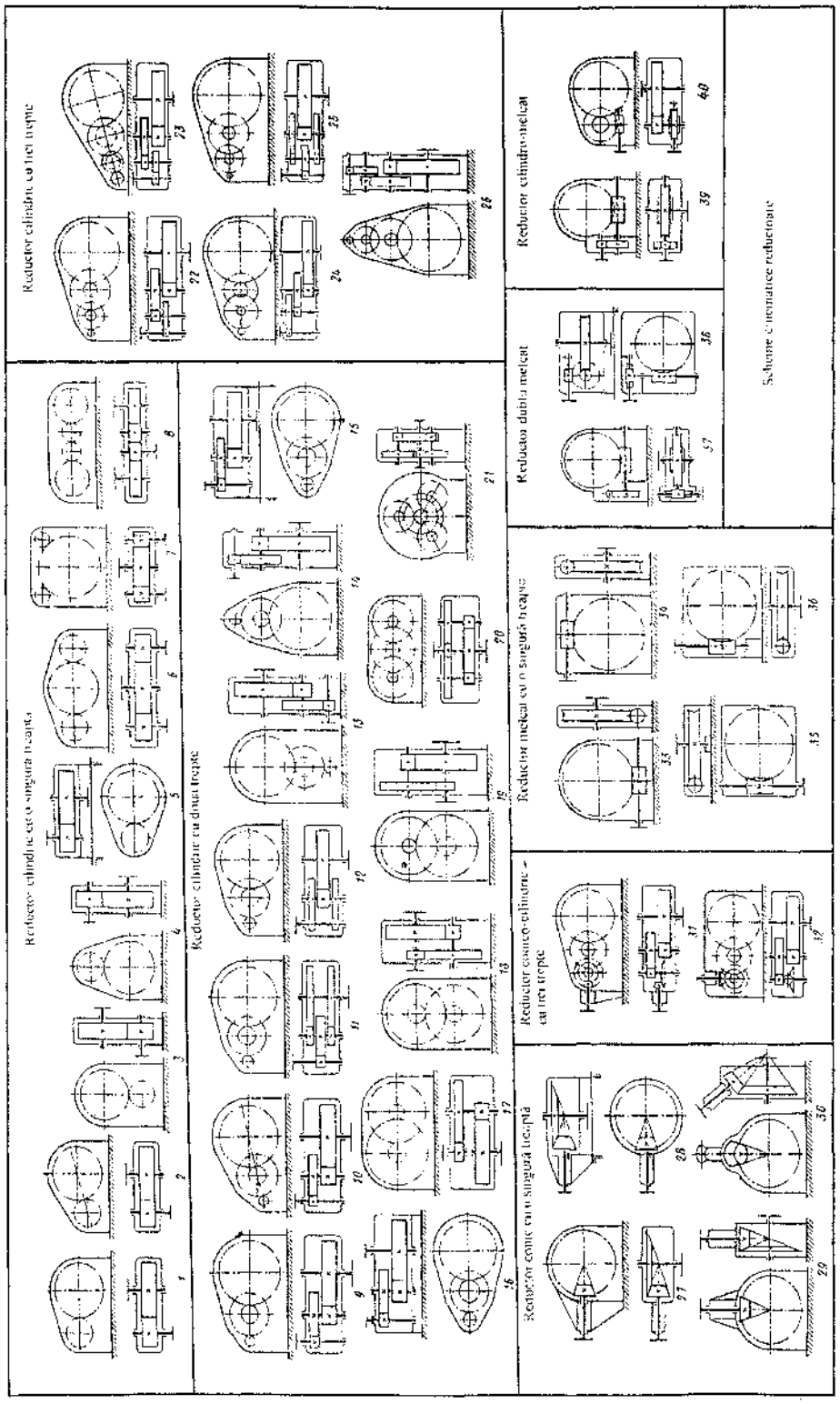

Reductor cilindric cu o singură treaptă
Reductor cilindric cu două trepte
Reductor cilindric cu trei trepte
Reductor conic cu o singură treaptă
Reductor conico-cilindric cu două trepte
Reductor melcat cu o singură treaptă
Reductor dublu melcat
Reductor cilindro-melcat
Scheme cinematice reductoare

Fig.7.21

7.11 UNGEREA ANGRENAJELOR.

La viteze periferice mai mici de v < 4 m/s se pot utiliza unsori consistente. Se recomandă ca ungerea să se facă cu abundenţă de lubrifiant.

La viteze periferice mai mari v = 4 ... 15 m/s se recomandă uleiurile , ungerea făcându-se prin barbotare(imersie) în baia de ulei .

La viteze periferice mai mari de v> 15 m/s ungerea se va face prin aducerea uleiului la intrarea sau ieşirea din angrenare cu jet exterior .

Dacă tensiunea hertziană de contact σ_H < 750 MPa , sau dacă raportul dintre viteza maximă de pe linia de angrenare şi viteza periferică din polul angrenării este mai mic de 0,3 atunci se pot utiliza uleiuri minerale neaditivate . Dacă nu se respectă aceste restricţii se recomandă alegerea uleiurilor minerale aditivate cu aditivi de extremă presiune EP.

Alegerea lubrifiantului se va face pe baza vâscozităţii sale cinematice, funcţie de valoarea unui parametru de ungere X_u . Pentru angrenaje cilindrice şi conice parametrul de ungere (fig.7.22) se calculează cu relaţia :

$$X_u = \frac{HV \cdot \sigma_H^2}{10^5 \cdot v_P}$$

unde: HV – duritatea cea mai mică a flancurilor în contact, în unităţi Vickers ;

σ_H – tensiunea de contact în pol , în MPa ;

$v_P = 0{,}53 \cdot 10^{-4} \cdot n_1 \cdot d_{w1} [m/s]$ - viteza de rostogolire în polul angrenării ;

n_1 – turaţia pinionului , în min^{-1};

d_{w1} – diametrul cercului de rostogolire , în mm .

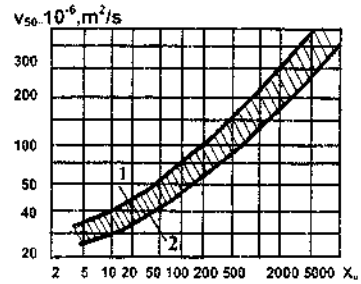


Fig.7.22

Ramura superioară 1 se utilizează atunci când : ambele roţi sunt din acelaşi oţel sau pinionul este din oţel aliat cu nichel sau crom şi roata din oţel călit superficial ; funcţionarea angrenajului se face în condiţiile unor sarcini cu şocuri ; temperatura mediului ambiant depăşeşte 25^0C .

Pentru angrenajele melcate parametrul de ungere (fig.7.23) este:

$$X_{um} = \frac{\sigma_H^2}{10^3 \cdot v_{al}}$$

unde: σ_H – tensiunea de contact în pol , în MPa ;

$v_{al} = \frac{v_1}{\cos\gamma}$ viteza de alunecare , în m/s ;

$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000}$ m/s - viteza periferică a melcului în m/s;

d_1 – diametrul de divizare al melcului , în mm ;

n_1 – turaţia melcului , în min^{-1};

$\gamma = arctg\frac{z_1}{q}$ - unghiul elicei de referinţă ;

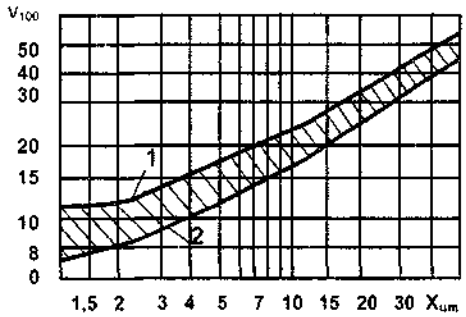


Fig.7.23

z_1 – numărul de începuturi ale melcului ;

q – coeficientul diametral .

Ramura superioară 1 se recomandă dacă : temperatura mediului ambiant este mai mare de 25^0C ; încărcarea este cu şocuri .

Ramura inferioară 2 se recomandă dacă : temperatura mediului ambiant este mai mică de 10^0C ; funcţionare cu intermitenţe .

Deoarece viteza de alunecare la angrenajele melcate este mare se recomandă numai lubrifianţi aditivaţi EP .

Ungerea roţilor dinţate prin imersiune(barbotare) este posibilă la turaţii inferioare turaţiei limită :

$$n_{lim} = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot \nu_{tm}}{\left[z \cdot \delta_u \cdot \left(R_{a1}^2 + R_{a2}^2\right)\right]} [rot/min]$$

unde: z – numărul de dinţi ai roţii imersate ;

δ_u – unghiul de ungere (fig.7.24) în radiani;

$R_{a1,2}$ – rugozităţile medii ale celor două flancuri , în μm ;

ν_{tm} – vâscozitatea cinematică la temperatura de funcţionare , în cSt .

Pentru o ungere şi o răcire eficientă roata se cufundă în baia de ulei corespunzător unghiului optim (fig.7.24) :

$$\delta_u = 0{,}206 \cdot \sqrt{\frac{\nu_{tm}}{a \cdot (z-2)}} [rad]$$

unde: a – difuzivitatea termică a uleiului ; pentru uleiuri TIN $a \approx 0{,}08$ mm^2/s .

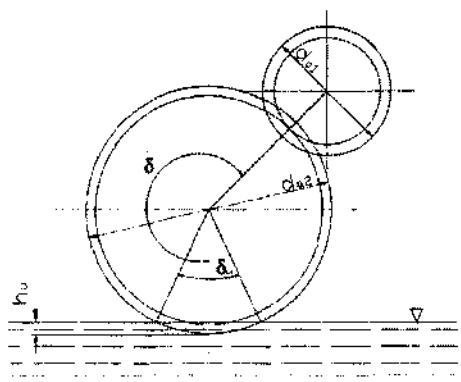


Fig.7.24

7.11.1 Recomandări de alegere a vâscozităţii cinematice a uleiului pentru ungerea roţilor dinţate din oţel din transmisii închise (cSt sau 10^6 m^2/s).

Tabelul 7.55

Material	R_m , MPa	ν_{50},(ν_{100}) cSt sau 10^6 m^2/s , pentru viteza periferică v , m/s					
		0,5	0,5 - 1	1 - 1,25	1,25 - 5	5 - 12,5	12,5 - 25
Oţel	450 – 1000	270(34)	180(23)	120(15)	85	60	45
	1000-1250	270(34)	270(34)	180(23)	120(15)	85	60
	1250-1600	450(53)	270(34)	270(34)	180(23)	120(15)	85
Oţel cementat sau călit la suprafaţă		450(53)	270(34)	270(34)	180(23)	120(15)	85

7.11.2 Recomandări de alegere a vâscozităţii uleiului pentru transmisii melcate (cSt sau 10^6 m^2/s).

Tabelul 7.56

Viteza de alunecare v_a , m/s	Metoda de ungere	Condiţii de lucru	Vâscozitatea cinematică recomandată ν_{50}, (ν_{100}) cSt sau 10^6 m^2/s
0 1	imersie în baia de ulei	grele	450(53)
1 2,5	imersie în baia de ulei	grele	270(34)
2,5 5	imersie în baia de ulei	medii	180(23)
5 10	presiune de ulei	medii	120(15)
unde: $v_a = \frac{\pi \cdot d_{w1} \cdot n_1}{60000 \cdot \cos\gamma}$ m/s			

8. CARCASE REDUCTOARE. ACCESORII CARCASĂ.

8.1 CARCASĂ REDUCTOR. MĂRIMI PRINCIPALE (fig.8.1, 8.2).

Tabelul 8.1

Parametrul	Simbol	Relaţie orientativă , mm
Grosimea peretelui corpului reductorului:	δ	În toate situaţiile $\delta \geq 8$
- cilindric cu o treaptă		$0,025.a_w + 1$
- conic cu o treaptă		$0,05.R_e + 1$
- melcat cu o treaptă		$0,04.a_w + 2$
- cilindric cu două trepte		$0,025.a_w + 3$
Grosimea peretelui capacului reductorului:	δ_1	În toate situaţiile $\delta_1 \geq 7$ $\delta_1 \approx 0,9 \cdot \delta$
- cilindric cu o treaptă		$0,02.a_w + 1$
- conic cu o treaptă		$0,04.R_e + 1$
- melcat cu o treaptă		$0,032.a_w + 2$
- cilindric cu două trepte		$0,020.a_w + 3$
Grosimea flanşei corpului	s	$(1,5 \ldots 1,75).\delta$
Grosimea flanşei capacului	s_1	$(1,5 \ldots 1,75).\delta_1$
Grosimea tălpii	s_2	$2,35.\delta$
Diametrul şuruburilor de fundaţie	d_1	$(0,03 \ldots 0,036).a_w + 12$ $0,072.R_e + 12$
Numărul şuruburilor de fundaţie	z	$z = 0,005(L_0 + B_0)$, unde L_0 şi B_0 sunt lungimea şi lăţimea reductorului ; trebuie ca $z \geq 4$
Diametrul şuruburilor de strângere a corpului şi carcasei în zona lagărelor	d_2	$(0,7 \ldots 0,75).d_1$
Diametrul şuruburilor de strângere a corpului şi carcasei în zonele laterale	d_3	$(0,5 \ldots 0,6).d_1$
Lăţimea tălpii	m	$k + 1,5.\delta$
Grosimea nervurilor carcasei	c_1	$(0,8 \ldots 1).\delta$
Jocul minim între roată şi carcasă	b	$1,2.\delta$ $\sqrt[3]{L} + (2 \ldots 3)$ mm
Coordonata şuruburilor d_2	c_2	$\approx (1 \ldots 1,2).d_2$

Observaţie: L – lungimea carcasei reductorului .

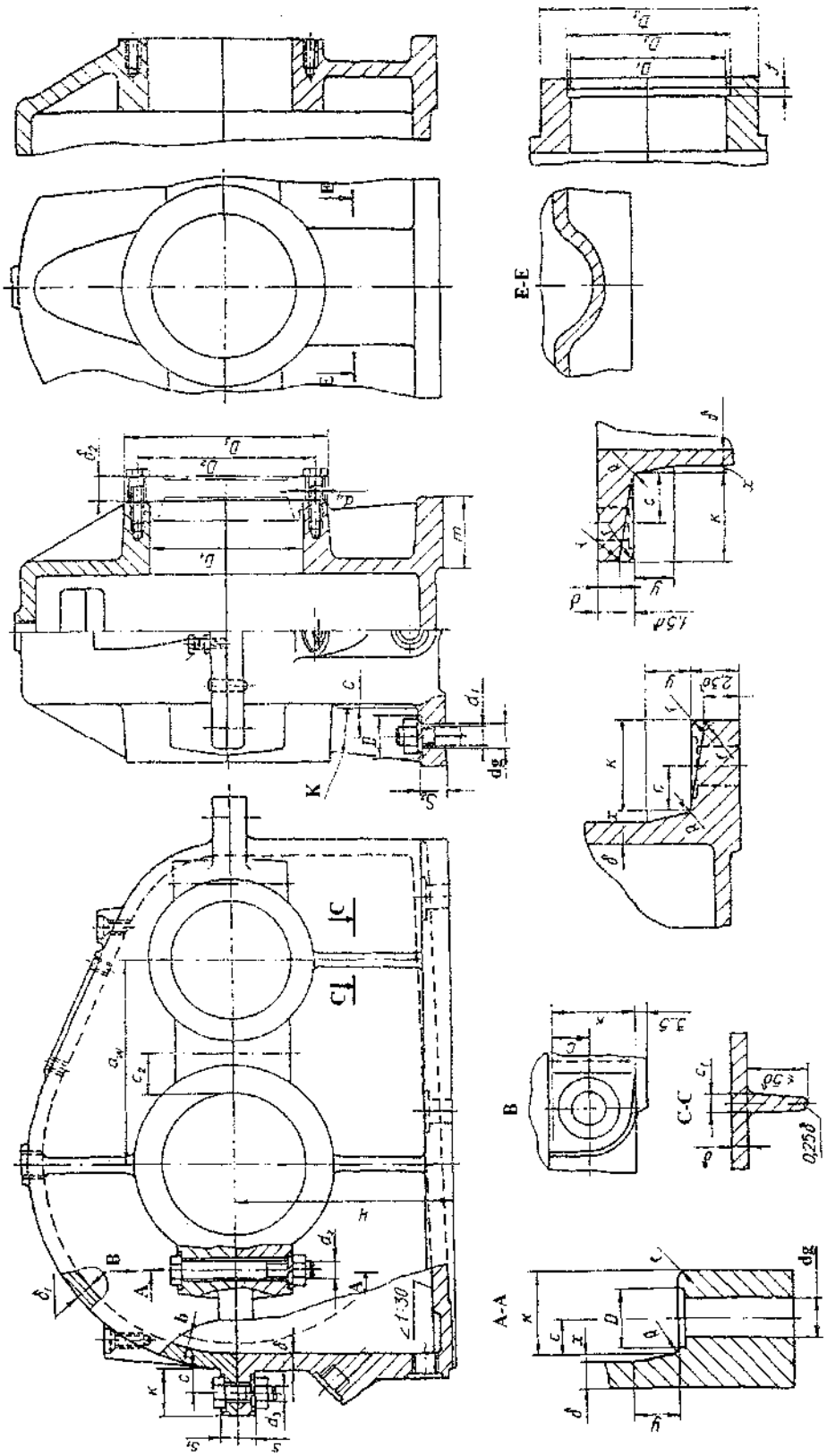


Fig.8.1

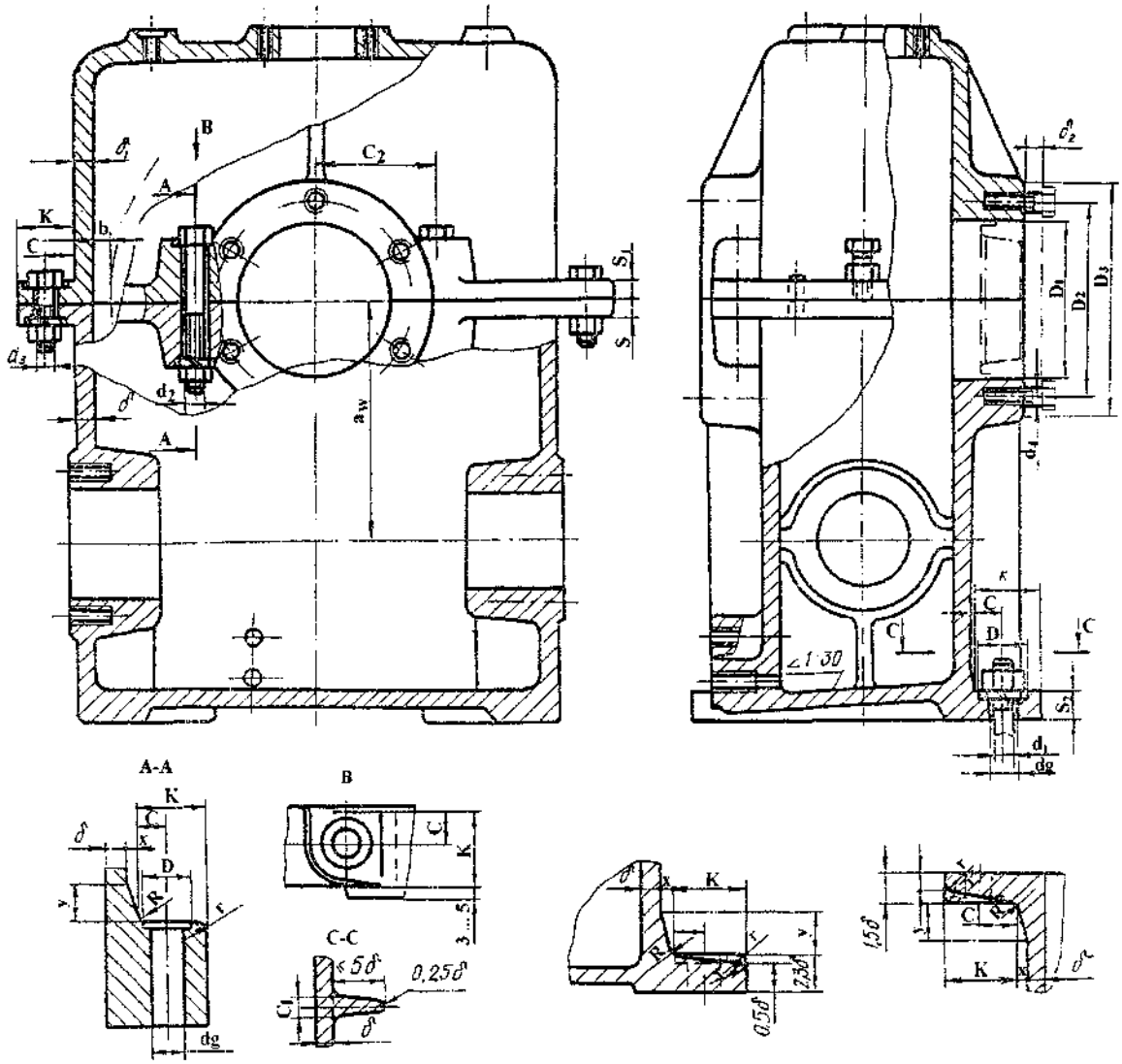


Fig.8.2

8.1.1 Recomandări constructive pentru carcase turnate (fig.8.1, 8.2).

Tabelul 8.2

δ	x	y	R
10 ... 15	3	15	5
15 ... 20	4	20	5
20 ... 25	5	25	5
25 ... 30	6	30	8

Tabelul 8.3

d şurub	K	c	d_g	D	r
M 6	22	12	7	14	2
M 8	24	13	9	17	3
M 10	28	15	11	20	3
M 12	33	18	13	26	3
M14	35	18	15	28	3
M 16	40	21	17	32	5

d şurub	k	c	d_g	D	r
M 18	46	25	20	34	5
M 20	48	25	22	38	5
M22	52	27	24	40	5
M24	54	27	26	45	8
M27	60	30	29	50	8
M30	66	33	32	60	8

k – lăţimea flanşei; c – cordonata şuruburilor de strângere şi de fundaţie; d_g – diametrul găurii de trecere; D – diametrul locaşului de aşezare a capului şurubului sau piuliţei.

8.1.2 Recomandări generale pentru carcase turnate.

Tabelul 8.4

N*, m	0,4	0,75	1,0	1,5	1,8
δ , mm	6	8	10	12	14

*N = (2L + B + H)/4 ; L , B , H – lungimea, lăţimea şi înălţimea carcasei, în m .
Grosimea peretelui carcasei δ se poate calcula conform tabelului 8.1

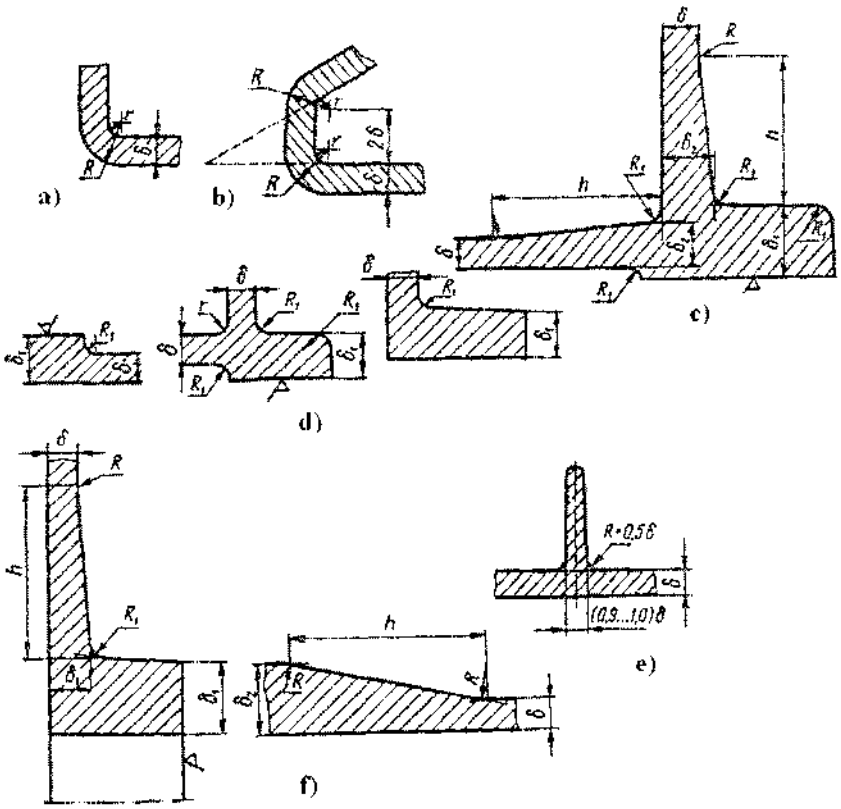


Fig.8.3

Mărimile din figura 8.3 se pot calcula cu relaţiile:

$\delta = 2 \cdot \sqrt[4]{0{,}1 \cdot M_t} \geq 6$ mm ; M_t[N.m] – momentul de torsiune pe arborele de ieşire.

$r \approx 0{,}5.\delta$; $R \approx 1{,}5.\delta$; $R_1 \approx 0{,}5.\delta$ dacă $\delta_1/\delta \leq 2$;

$R_1 \approx 0{,}5.\delta$, $\delta_2 = 1{,}5.\delta$, $h \geq 4(\delta_2 - \delta)$ dacă $\delta_1/\delta > 2$.

Razele de racordare se vor adopta din şirul R_a20 : 4; 5; 6,3; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20 .

8.1.3 Bosaje pentru capacele rulmenţilor.

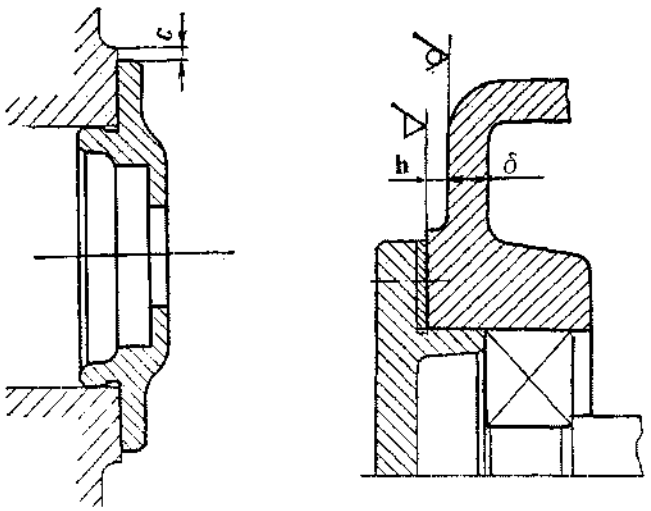


Fig.8.4

Observaţie: c = 3 ... 5 mm ; h =(0,4 ... 0,5)δ

8.1.4 Şuruburi de strângere a carcasei reductorului.

Tabelul 8.5

a_w	≤ 160	> 160 ... ≤ 220	> 220 ... ≤ 280	> 280 ... ≤ 350
D	M 12	M 14	M 16	M 18
d_g	13	15	18	20

Observaţie: a_w - distanţa axială sau distanţa axială pe treapta lentă la reductoarele cu mai multe trepte.

Diametrul şuruburilor de strângere a carcasei (fig.8.5) se poate calcula cu relaţia :

$d = \sqrt[3]{M_{t\,max}} \geq 10\ mm$

unde: $M_{t\,max}$[N.m] este momentul de torsiune maxim pe arborele de ieşire.

Distanţa între şuruburile de strângere a carcasei este :

$l_s = (12 ... 15)d$

Lăţimea flanşei este :

$K \approx 2{,}7d$ – fig.8.5,a,b

$K \approx (2{,}1 ... 2{,}2)d$ - fig.8.5,c

Axa şuruburilor este la :

$C \approx 0{,}5K$

Grosimea flanşei este :

$b = 1{,}5\delta$ – pentru corp (fig.8.5, a,b)

$b_1 = 1{,}5\delta_1$ – pentru capac (fig.8.5, a,b)

$a = (0{,}8 ... 1{,}0)d$ - fig.8.5, c

$b = (1{,}4 ... 1{,}6)d$

$b_2 = (1{,}8 ... 2{,}0)d$

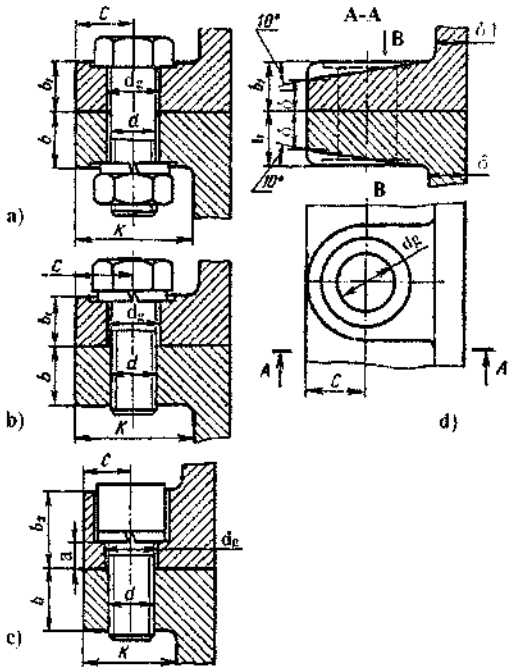


Fig.8.5

Şuruburile de strângere ale carcasei pot fi amplasate şi în alte moduri.

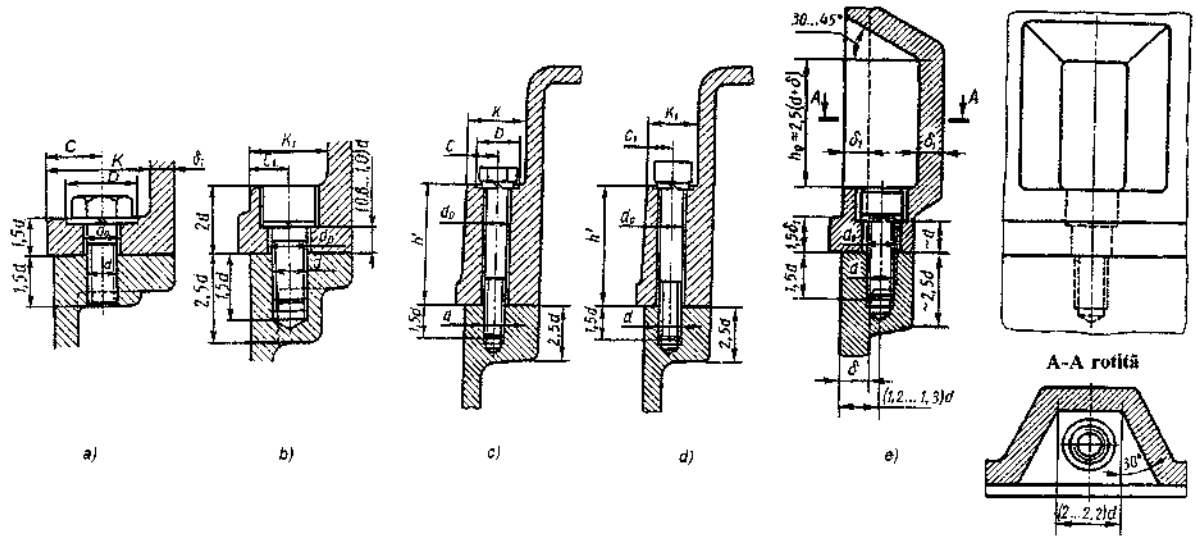


Fig.8.6

Diametrul ştifturilor de centrare.

$d_s = (0,7 \ldots 0,8)d$

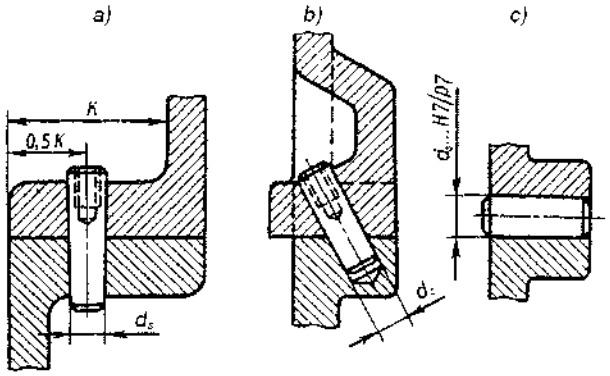
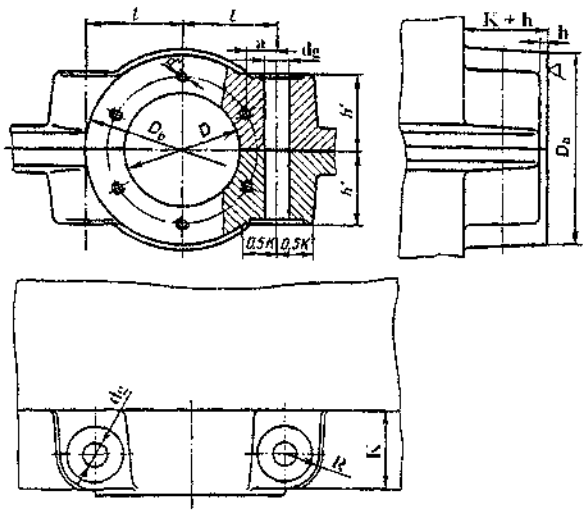


Fig.8.7

Diametrul bosajului în zona lagărelor .



$D_b = D_f + (4 \ldots 5)$ mm sau:

$D_b = 1,25.D + 10$ mm;

D_f – diametrul flanşei capacului rulmentului ;

D – diametrul exterior al rulmentului;

$a = (1,1 \ldots 1,2)d_g$; h = 2 ... 3 mm;

$h' = 0,35D_b$;

d - diametrul şuruburilor de fixare a capacului rulmentului (tab.8.7);

l – se determină grafic.

Fig. 8.8

Amplasarea şuruburilor de fundaţie.

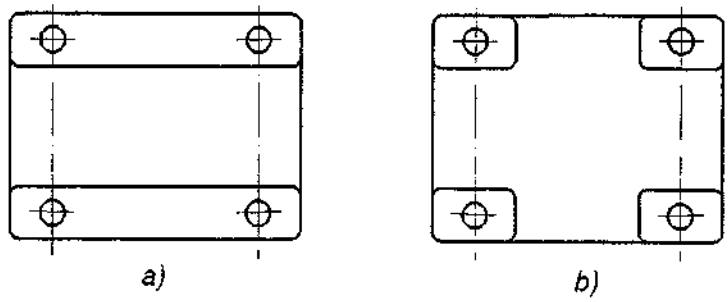


Fig.8.9

Diametrul şi numărul şuruburilor de fundaţie.

Tabelul 8.6

Reductor								
cu o treaptă			cu două trepte			cu trei trepte		
a	d_f	z	Σa*	d_f	z	Σa*	d_f	Z
100	M 14	4	250	M 16	4	400	M 20	6
150			300			500		
200	M 16		350		6	600	M 24	8
250			400	M 20				

*La reductoare cu mai multe trepte se ia suma distanţelor axiale; clasa de rezistenţă a şuruburilor va fi cel puţin 6.6.

Diametrul şuruburilor de fundaţie se poate calcula şi cu relaţia:

$d_f \approx \sqrt[3]{2M_{t\,max}} \geq 12$ mm

Grosimea tălpii reductorului se poate aprecia cu relaţia:

$g \approx 1{,}5d_f$

Şuruburile de fundaţie pot fi amplasate şi conform figurii 8.10.

$h_0 \approx 2{,}5(d_g + \delta)$ – pentru şuruburi ;

$h_0 = (2 \ldots 2{,}5).d_g$ – pentru prezoane

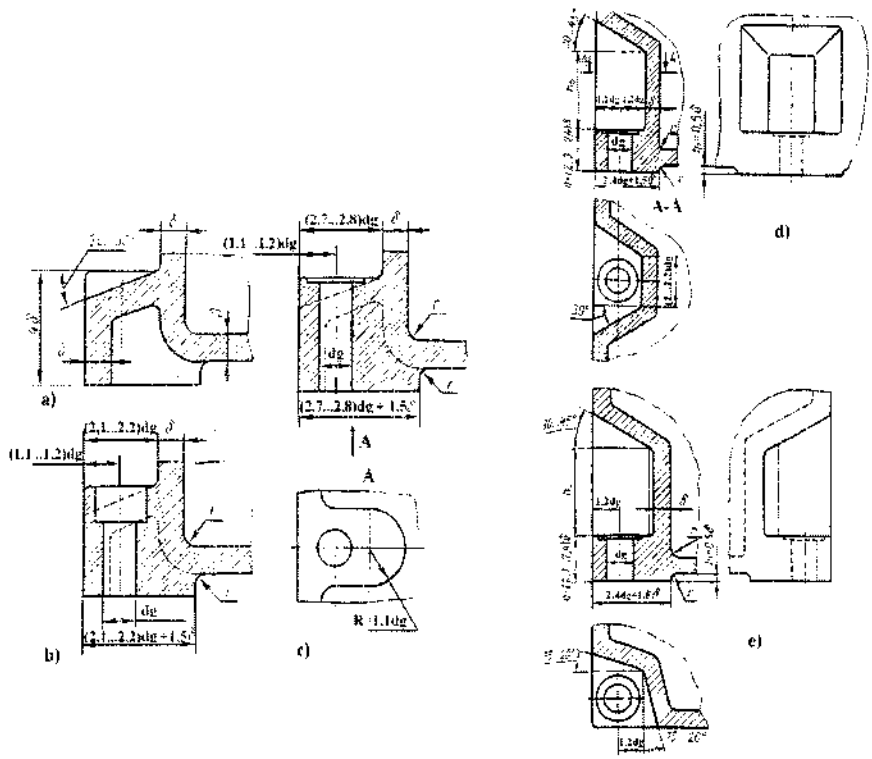


Fig.8.10

La fixarea reductorului pe un alt subansamblu se recomandă fixarea de mai jos.

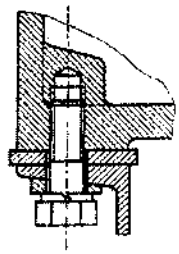


Fig.8.11

8.2 CAPACE FRONTALE ŞI PAHARE PENTRU FIXAREA RULMENŢILOR.

8.2.1 Capace frontale fixate cu şuruburi (fig.8.1, 8.2).

Tabelul 8.7

D_1	D_2	D_3	Şurub		δ_2
			d_4	z	
47	68	85	M 8	4	d_4
52	72	90			
62	85	105			
72	95	115			
80	105	125	M 10	6	
895	110	130			
90	115	135			
100	125	145			

D_1	D_2	D_3	Şurub		δ_2
			d_4	z	
110	140	165	M 12	6	d_4
120	150	175			
125	155	180			
130	160	185			
140	170	200	M 16		
150	185	215			
160	195	230			
170	205	240			

8.2.2 Capace frontale îngropate (fig.8.1).

Tabelul 8.8

D_1	D_2	D_3	f
Până la 90	$D_1 + 7$	$1{,}25D_1+10$	7
90 ... 170	$D_1 + 9$	$1{,}25D_1+10$	9

8.2.3 Casete pentru rulmenţi.

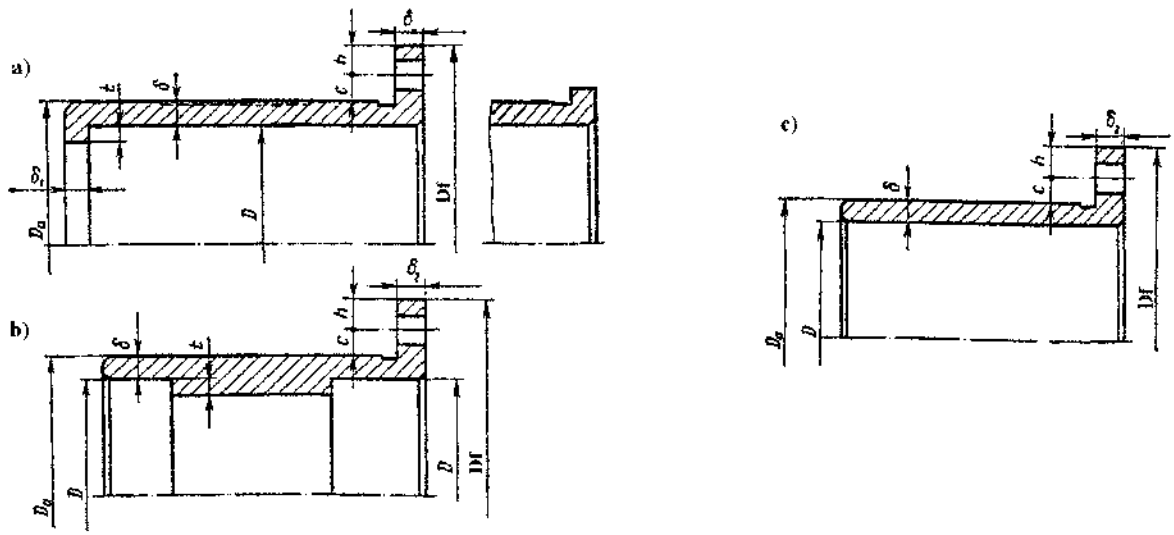


Fig.8.12

Tabelul 8.9

D	≤ 52	> 52 ... ≤ 80	> 80 ... ≤ 120	> 120 ... ≤ 170
δ	4 ... 5	6 ... 8	8 ... 10	10 ... 12,5

$\delta_1 \approx \delta$; $\delta_2 \approx 1{,}2.\delta$; t – tabel 6.26 ; c ≈d ; h = (1,0 ... 1,2).d ; $D_f = D_a + (4{,}0 ... 4{,}4).d$;
d – diametrul şuruburilor de fixare (tab.8.10).
Diametrul şi numărul şuruburilor de fixare.

Tabelul 8.10

D	40 ... 62	65 ... 75	80 ... 95	100 ... 145	150 ... 220
D	M 6	M 8	M 8	M 10	M 12
Nr.şuruburi	4	4	4	6	6

8.2.4 Degajare casetă rulmenţi.

Tabelul 8.11

D_a	b	r	r_1
>50 ... ≤ 100	5	1,6	0,5
> 100	8	2,0	1,0

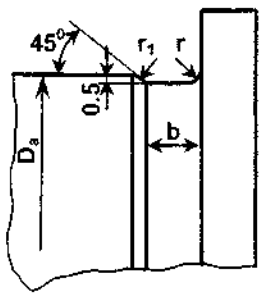
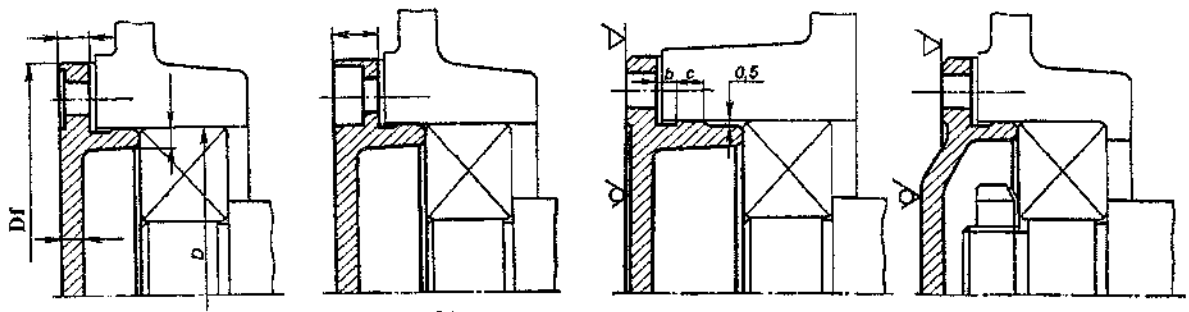


Fig.8.13

8.2.5 Capace frontale pentru rulmenţi.



a) b) c) d)

Fig.8.14

Tabelul 8.12

D	40 ... 62	65 ... 95	100 ... 145	150 ... 220
δ	5	6	7	8

c = (1,2 ... 1,5).b; b – din tabelul 8.11;
$\delta_1 \approx 1{,}2.\delta$; $\delta_3 \approx H + 0{,}8.\delta$; H – înălţimea capului şurubului;
$\delta_2 \approx (0{,}9 ... 1{,}0).\delta$; $D_f = D + (4{,}0 ... 4{,}4).d$; d – diametrul şuruburilor;
D – diametrul alezajului rulmentului;
D_f – diametrul flanşei capacului.

8.2.6 Capace frontale îngropate.

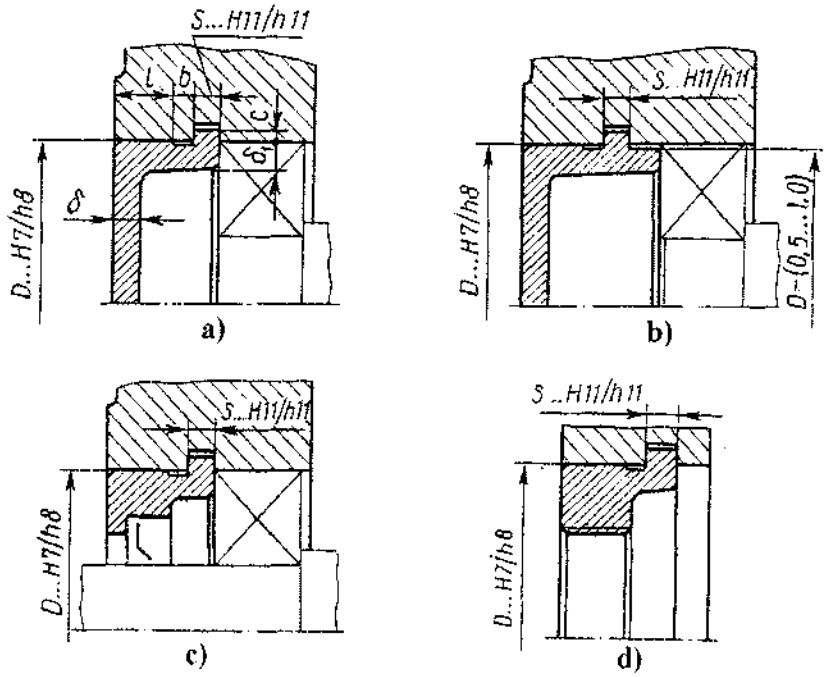


Fig.8.15

$S = (0,9 \ldots 1,0)\delta$; $\delta_1 = (0,9 \ldots 1,0)\delta$; $c \approx 0,5.S$; $l \approx 2,5.b$; b – tab. 8.11 ; δ – tab.8.12.

8.2.7 Bosaje interioare pentru montarea rulmenţilor.

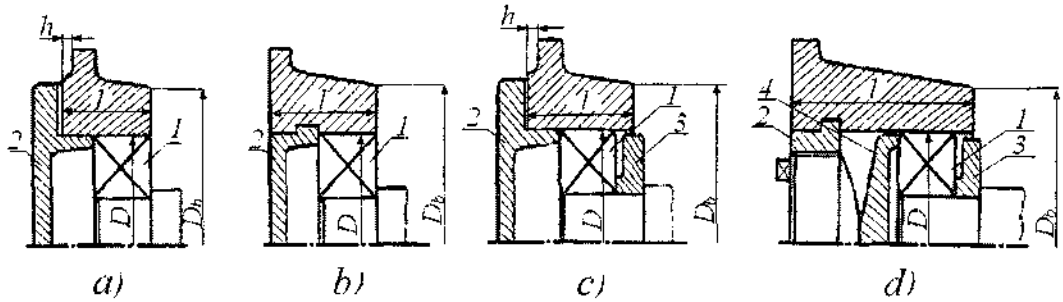


Fig.8.16

$D_b = 1,25D + 10$ mm ; h = 2 ... 3 mm ; l – rezultă constructiv la proiectare.

8.3 ACCESORII CARCASĂ.

8.3.1 Dopuri de golire cu filet metric.

Tabelul 8.13

Filet d	Pasul P	D	H	l	A	S
12	1,25	20	5,5	12	3	13
16	1,5	25	7	13	3	17
20	1,5	30	8	15	4	19
24	1,5	34	10	18	4	24
30	2	45	13	20	4	30
36	3	50	15	25	5	36

Observaţie. Dopuri de golire STAS 5304

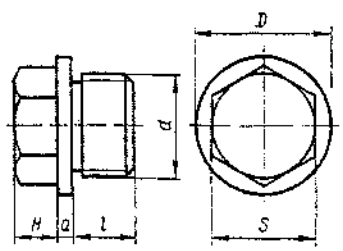


Fig.8.17

8.3.2 Dopuri de golire cu filet în țoli.

Tabelul 8.14

Filet d"	D	l	H	S_1	S_2
$^3/_4$	27	16	11	14	12
1	36	20	15	17	14
$1\ ^1/_2$	49	24	18	27	24

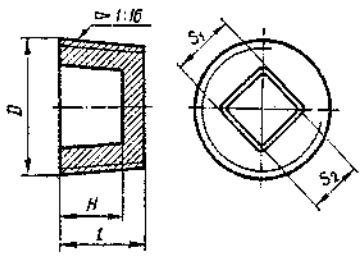


Fig.8.18

8.3.3 Canale de scurgere a lubrifiantului din carcasă.

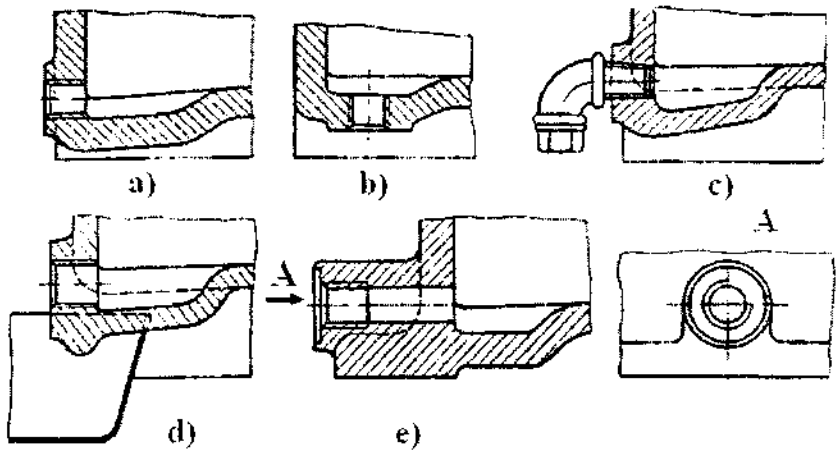


Fig.8.19

8.3.4 Indicatoare de nivel de ulei.

8.3.4.1 Joje filetate și lise.

Tabelul 8.15

d	d_1	Filet d_1	Pasul P	D	D_1	H	l
5	12	12	1,25	25	18	20	12
8	16	16	1,5	40	25	30	16

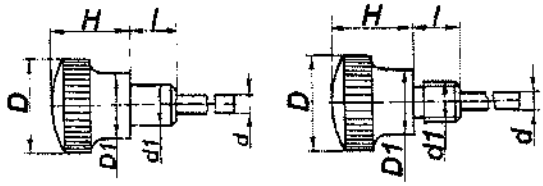


Fig.8.20

8.3.4.2 Amplasarea jojei în carcasa reductorului.

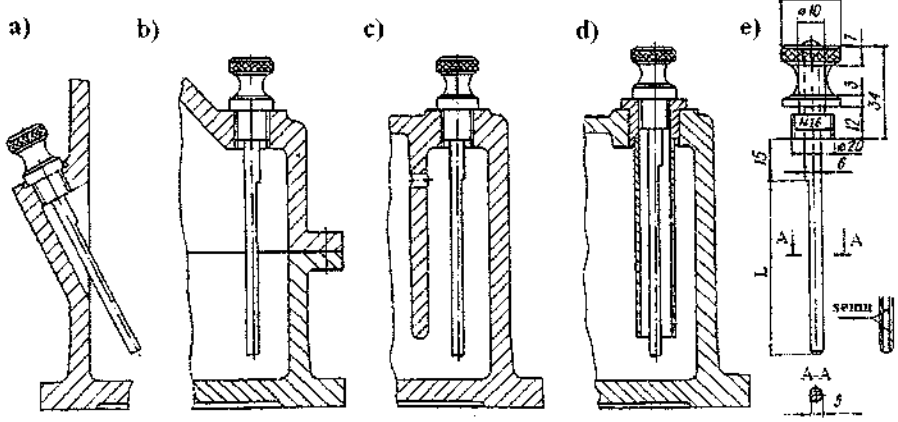


Fig.8.21

Observație: Soluțiile din fig 8.21 c și d permit controlul nivelului de ulei în timpul funcționării.

8.3.4.3 Vizoare de nivel de ulei.

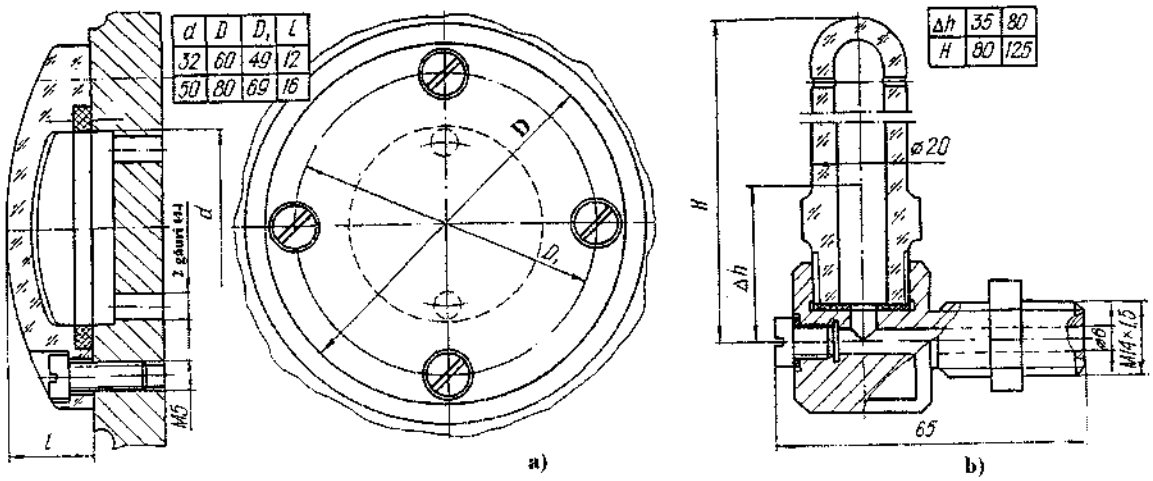


Fig.8.22

Tabelul 8.16

d	D	D_1	L
32	60	49	12
50	80	69	16
Fig.8,22.a			

Δh	35	80
H	80	125
Fig.8,22.b		

Observaţie: Alte tipuri de vizoare de nivel de ulei pot fi consultate în STAS 7639.

8.3.5 Aerisitoare.

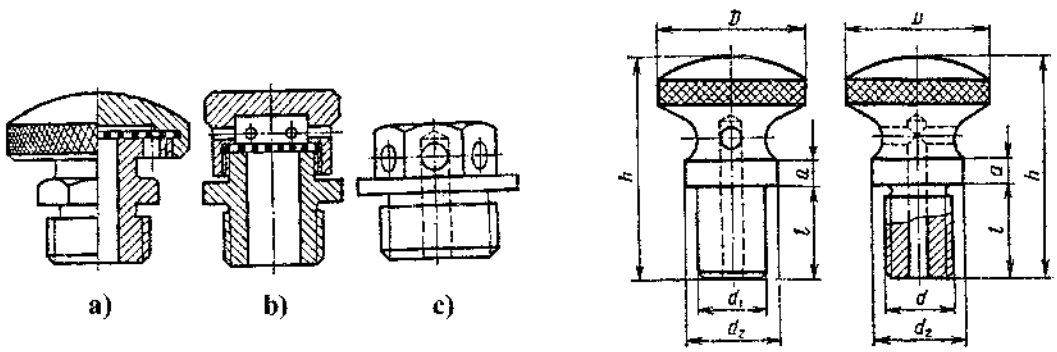


Fig.8.23

Tabelul 8.17

d	d_1	d_2	D	h	l	A
M 12 x 1,75	12	20	32	40	12	5,5
M 16 x 2	16	25	40	50	16	7

Observaţie: Diametrul găurii de aerisire este de regulă Φ4.

8.3.6 Capace de vizitare (fig.8.24).

Tabelul 8.18

A	B	A_1	B_1	C	C_1	K	R	Şuruburi	Număr şuruburi
100	75	150	100	125	-	100	12	M 8 x 22	4
150	100	200	150	175	-	125	12	M 8 x 22	4
200	150	200	210	230	130	180	12	M 10 x 22	6

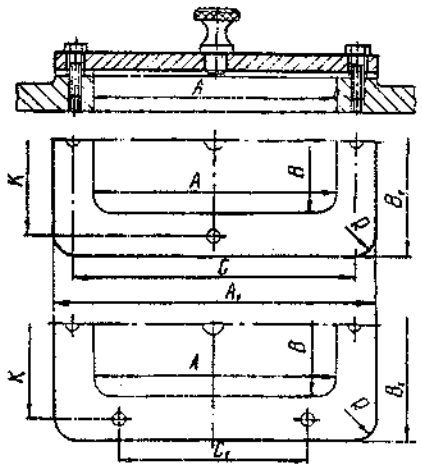


Fig.8.24

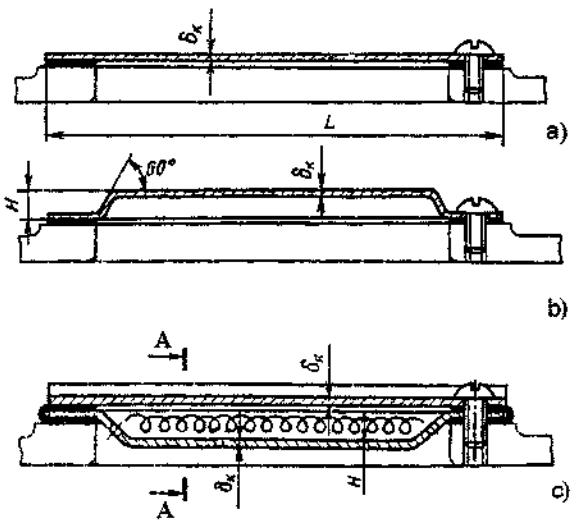


Fig.8.25

Capacele de vizitare pot avea şi forma indicată în figura 8.25, unde:
$\delta_k = (0{,}01 \ldots 0{,}012)L \geq 2$ mm ; $H \approx 0{,}1L$;
materiale : oţel turnat , fontă , aluminiu sau mase plastice;
garnituri de etanşare : carton tehnic 1 ... 1,5 mm ; cauciuc rezistent la ulei 2 ... 3 mm;
şuruburi M 4 sau 5 în număr de 2 .. 4.
Capacele pot fi nervurate pentru rigidizare.

8.3.7 Inele de ridicare (inele şurub).

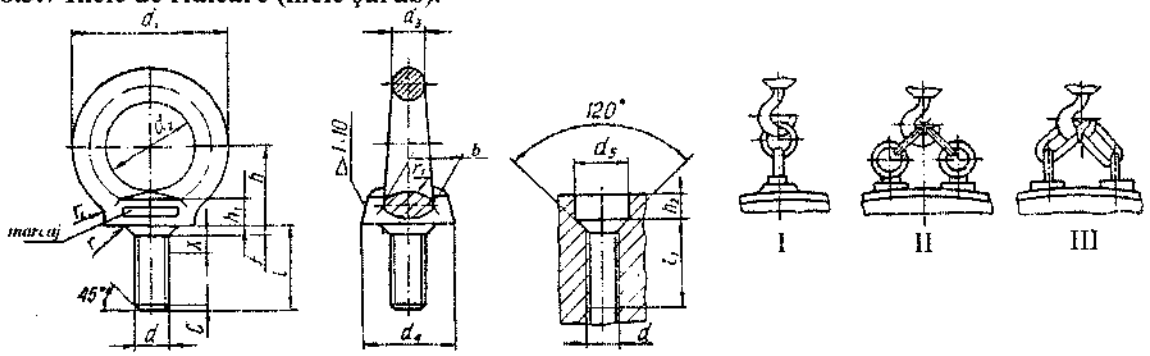


Fig.8.26

Tabelul 8.19

d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	h	h_1	h_2	l	f	b	c	x	r	r_1	r_2	Sarcina de lucru kN (schema)		
																	I	II	III
M8	36	20	8	20	13	18	6	5	18	2	10	1,2	2,5	2	4	4	1,2	1,6	0,8
M10	45	25	10	25	15	22	8	6	21	2	12	1,5	3	2	5	4	2	2,5	1,25
M12	54	30	12	30	17	26	10	7	25	2	14	1,8	3,5	2	5	6	3	3,5	1,75
M16	63	35	14	35	22	30	12	8	32	2	16	2	4	2	6	6	5,5	5	2,5
M20	72	40	16	40	28	35	14	9	38	2	19	2,5	5	3	7	8	8,5	6,5	3
M24	90	50	20	50	32	45	16	10	45	3	24	3	6	3	9	12	12,5	10	5
M30	108	60	24	65	39	55	18	11	54	3	28	4	7	3	11	15	20	14	7
M36	126	70	28	75	46	65	22	12	64	4	32	4,5	8	4	12	18	30	20	10
M42	144	80	32	85	54	75	25	13	72	4	38	5	9	4	13	20	40	26	13

Observaţie: Inelele de ridicare tip şurub şi tip piuliţă sunt indicate în STAS 3186; filet metric normal conform STAS 6564

8.3.8 Inele şi umeri de ridicare.

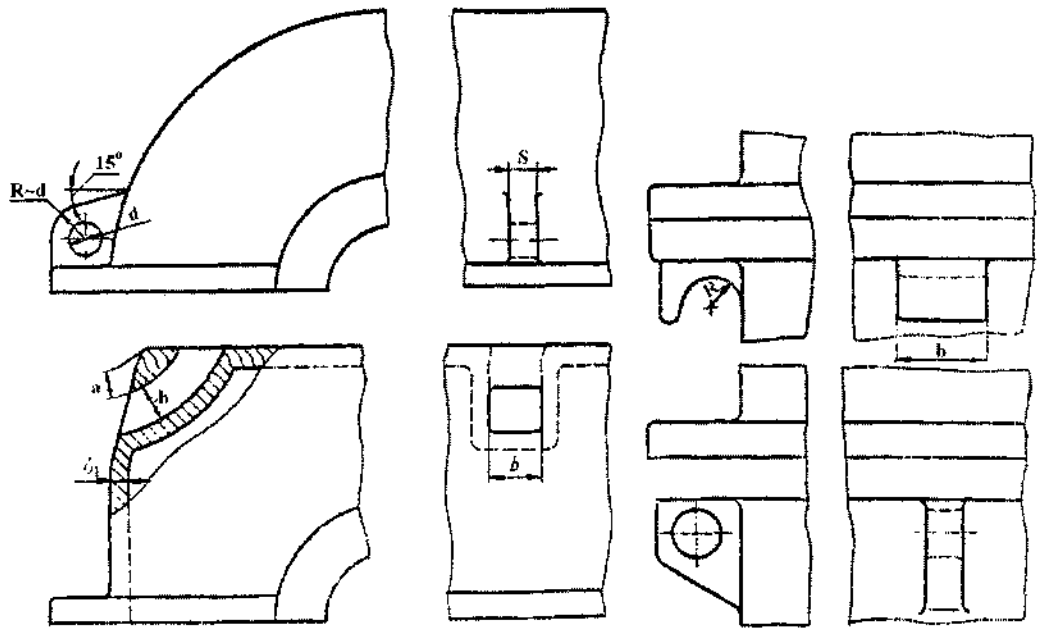


Fig.8.27

$S \approx 1{,}5\delta_1$; $d \approx 2{,}0\delta_1$; $a = (1{,}6 \ldots 1{,}8)\delta_1$; $b \approx 3\delta_1$; $R = (1{,}5 \ldots 2{,}0)\delta$; $b = (2 \ldots 3)\delta$.

8.3.9 Cuplarea motorului electric la reductor.

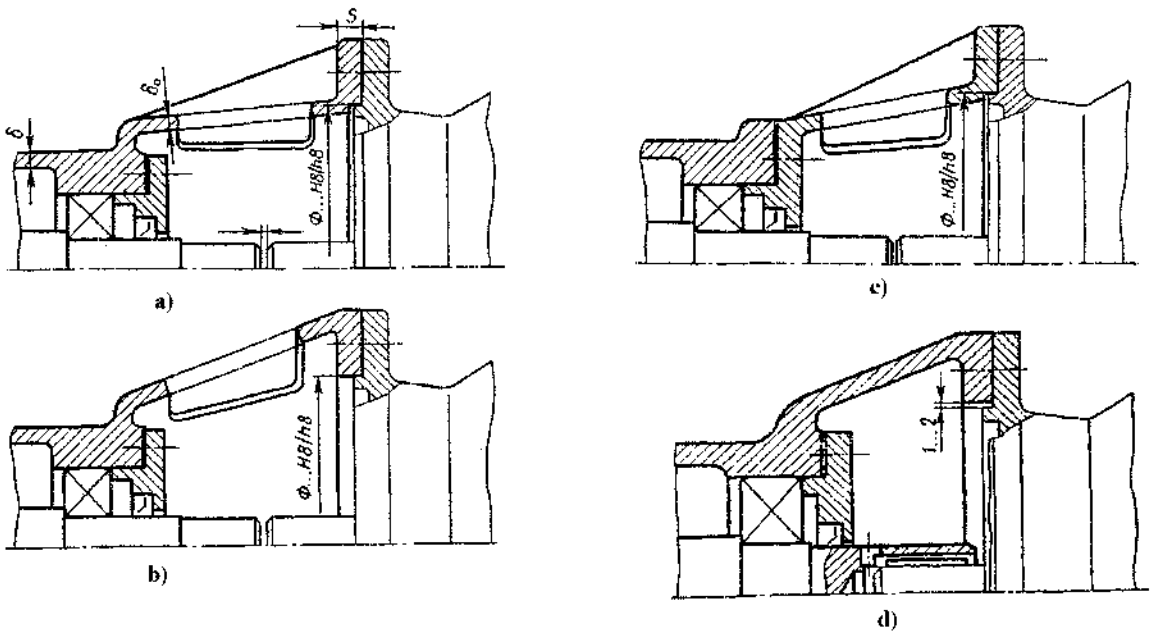


Fig.8.28

S = (1,4 ... 2)d – grosimea flanşei reductorului;
d – diametrul şuruburilor de fixare a flanşei motorului electric.
Între capetele de arbore se lasă 2 ... 3 mm sau mai mult funcţie de tipul cuplajului.
La diferenţe mari ale capetelor de arbore se adoptă soluţia cu joc din figura 8.28,d.

8.4 ETANȘĂRI.

8.4.1 Manșete de rotație cu buză de etanșare (DIN 3760, STAS 7950). Dimensiuni.

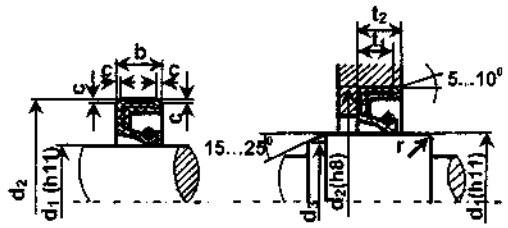


Fig.8.29

Tabelul 8.20

d_1	d_2	b ±0,2	d_3	d_1	d_2	b ±0,2	d_3	d_1	d_2	b ±0,2	d_3	d_1	d_2	b ±0,2	d_3
10	22 24 26	7	8,4	24	35 37 40 47	7	21,5	42	55 62 72	8	38.7	63	85 90	10	59,1
11	22 26	7	9.3	25	35 40 42 47 52	7	22,5	45	60 62 65 72	8	41,6	65	85 90 100	10	61
12	22 24 28 30	7	10,2	26	37 42 47	7	23,4	48	62 64	8	44,5	68	90 100	10	63,9
14	24 28 30 35	7	12,1	28	40 47 52	7	25,3	50	65 68 72 80	8	46.4	70	90 100	10	65,8
15	26 30 32 35	7	13,1	30	40 42 47 52 62	7	27,3	52	68 72	8	48,3	72	95 100	10	67,7
16	28 30 32 35	7	14	32	45 47 52	7	29,2	55	70 72 80 85	8	51,3	75	95 100	10	70,7
17	28 30 32 35 40	7	14,9	35	47 50 52 62	7	32	56	70 72 80 85	8	52.3	78	100	10	73,6
18	30 32 35 40	7	15,8	36	47 50 52 62	7	33	58	72 80	8	54,2	80	100 110	10	75,5
20	30 32 35 40 47	7	17,7	38	52 55 62	7	34,9	60	75 80 85 90	8	56.1	85	110 120	12	80,4
22	32 35 40 47	7	19,6	40	52 55 62 72	7	36,8	62	85 90	10	58,1	90	110 120	12	85,3

Notare: diametrul interior şi diametrul exterior al manşetei în sutimi de mm, tipul manşetei şi materialul de bază (STAS 7950); ***exemplu*** $d_1 = 20$ mm, $d_2 = 40$ mm, tip 1, material F $\Rightarrow$ 020040 – 1 F.

Cotele $t_1 \geq 0{,}85 \cdot b$; $t_2 \geq (b + 0{,}3)$; $r > 0{,}6....1\ mm$.

Tabelul 8.21

d_1	6 ... 26	28 ... 60	62 ... 80	85 ... 135	140 ... 230
c	0,3	0,4	0,5	0,8	1

8.4.1.1 Manşete de rotaţie. Viteze periferice admise. Presiuni admisibile de etanşare.

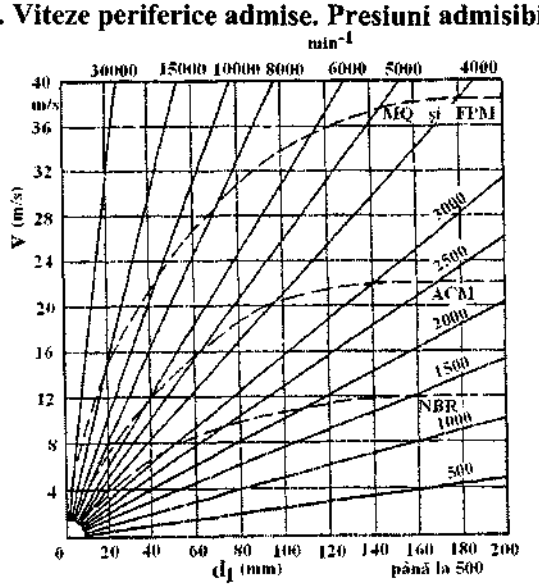


Fig.8.30

Tabelul 8.22

Materialul de bază	Cauciuc acril nitril butadien	Cauciuc poliacrilat	Silicon cauciuc	Fluor cauciuc
Simbolizare DIN 3760	NBR	ACM	MQ	FPM
Simbolizare STAS 7950	F	G	H	I

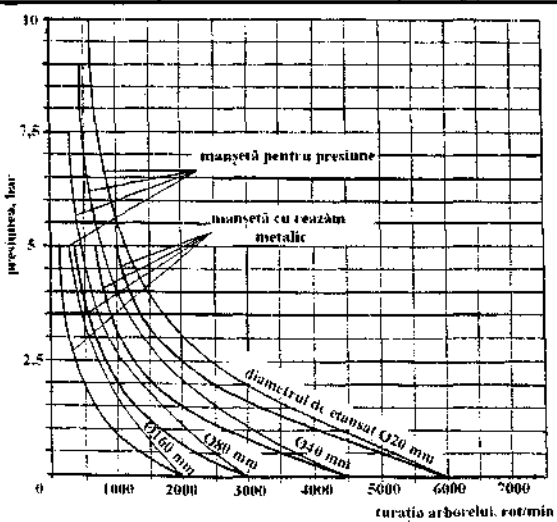
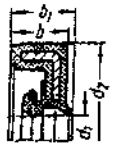


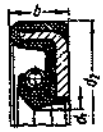
Fig.8.31

8.4.1.2 Manşete de rotaţie tip SIMRIT.

Tabelul 8.23



BA B SL

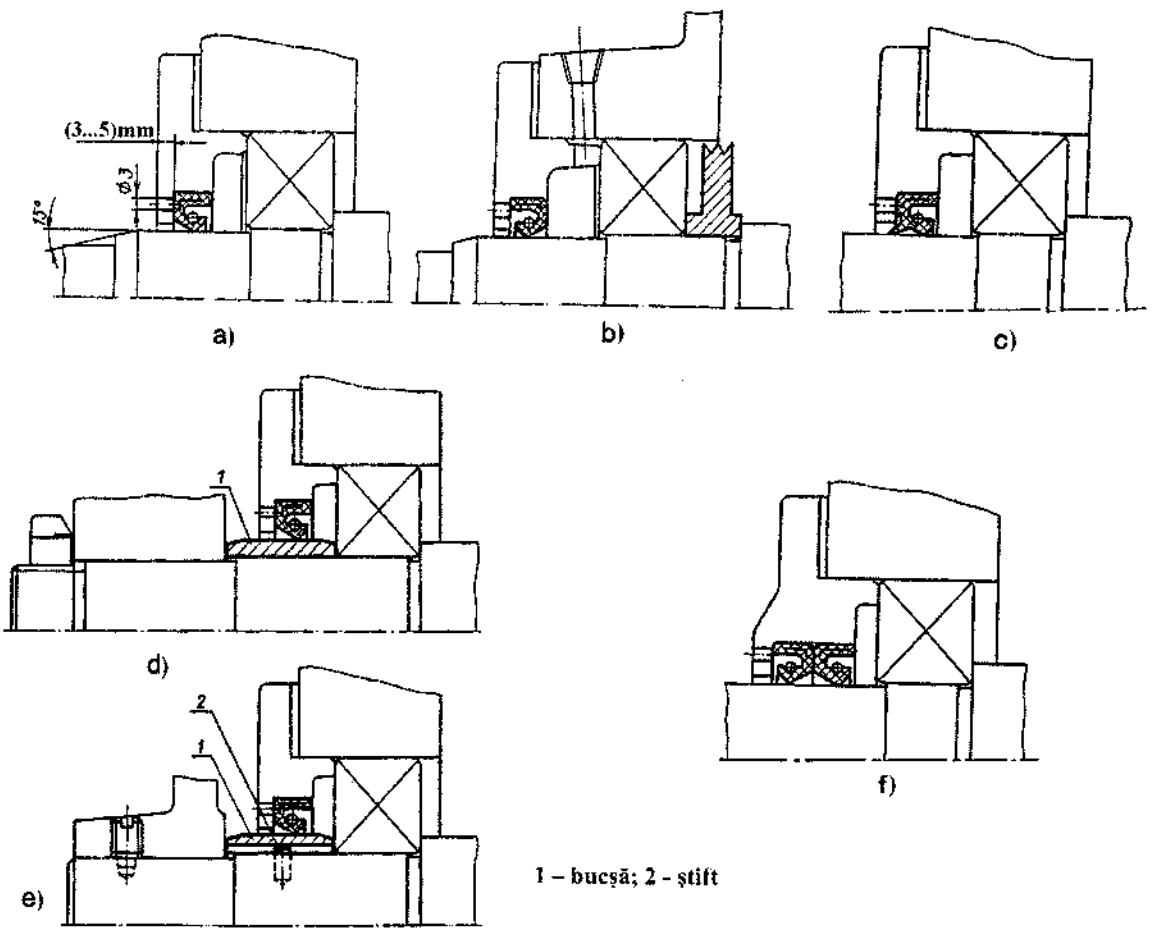


BA H D

d_1	d_2	b	b_1	d_1	d_2	b	b_1	d_1	d_2	b
8	22	6	6,5	25	47	6	6,5	30	50	7
10	22	6	6,5	30	42	6	6,5	32	52	6
12	22	6	6,5	35	52	6	6,5	40	60	6
12	24	6	6,5	40	62	6	6,5	45	65	7
15	35	6	6,5	45	62	7	7,5	56	76	6
18	35	6	6,5	50	72	7	7,5	72	95	6
20	35	6	6,5	60	80	7	7,5	.	.	.
22	32	6	6,5	70	90	7	8,0	.	.	.
22	35	6	6,5	80	100	7	8,0	300	332	16
25	35	6	6,5					340	380	18

Observaţie: Manşetele tip BA B SL pot etanşa până la 10 bar, iar cele tip BA H D până la 100 bar; p.v = 10 bar m/s.

8.4.1.3 Manşete de rotaţie. Montare.



1 – bucşă; 2 - ştift

Fig.8.32

8.4.2 Etanşări cu inele de pâslă (DIN 5419, STAS 6577).

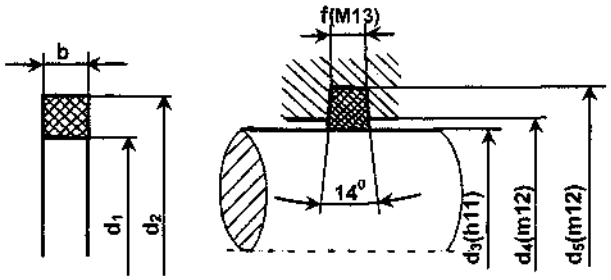


Fig.8.33

Tabelul 8.24

d_1	17	20	25	26	28	30	32	35	36	38	40	42	45	48	50	52
d_2	27	30	37	38	40	42	44	47	48	50	52	54	57	64	66	68
b	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6,5	6,5	6,5
d_4	18	21	26	27	29	31	33	36	37	39	41	43	46	49	51	53
d_5	28	31	38	39	41	43	45	48	49	51	53	55	58	65	67	69
f	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
d_1	55	58	60	65	70	72	75	78	80	82	85	88	90	95	100	105
d_2	71	74	76	81	88	90	93	96	98	100	103	108	110	115	124	129
b	6,5	6,5	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	8,5	8,5	8,5	10	10
d_4	56	59	61,5	66,5	71,5	73,5	76,5	79,5	81,5	83,5	86,5	89,5	92	97	102	107
d_5	72	75	77	82	89	91	94	97	99	101	104	109	111	116	125	130
f	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8

Observaţie: $d_3 = d_1$.

8.4.3 Etanşări cu canale circulare, fante şi inele de pâslă.

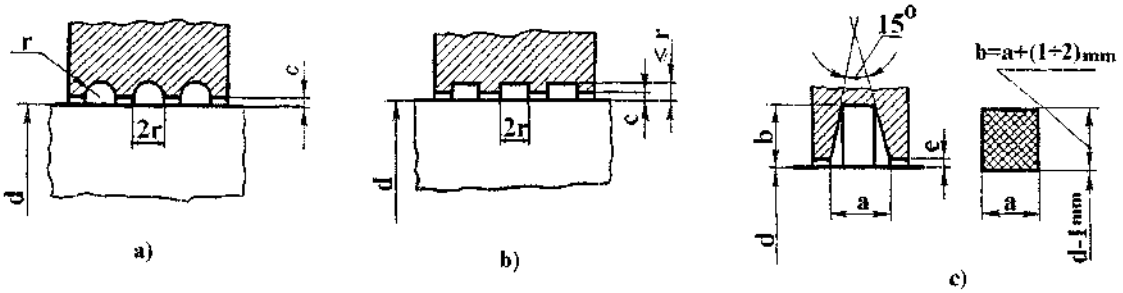


Fig.8.34

Tabelul 8.25

Mărimea	Diametrul arborelui d , mm				
	45	50 ... 75	80 ... 105	110...140	150
r	1 - 1,5	1,25-1,5	1,25 – 2	1,5 – 2,5	2 – 2,5
c	0,2 - 0,5	0,3 – 0,5	0,4 – 0,5	0,5	0,5
a	4 - 8	6 – 10	8 – 12	10 – 15	12 – 20
e	0,5	0,5 –0,75	0,5 - 1	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5

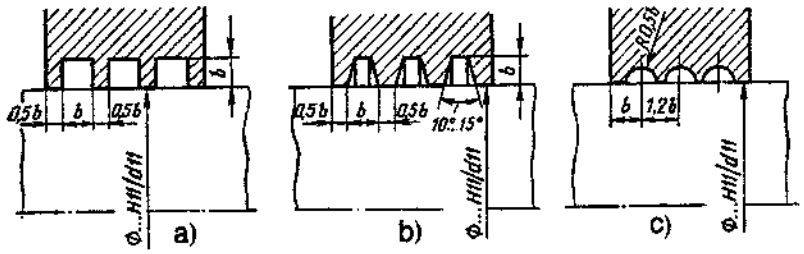


Fig.8.35

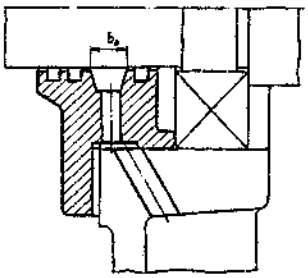


Fig.8.36

Tabelul 8.26 (fig.8.35)

d	20 ... 50	> 50 ... 80	> 80 ... 120
b	2,0	3,0	4,0

Tabelul 8.27 (fig.8.36)

d	20 ... 50	> 50 ... 80	> 80 ... 120
b_0	4 ... 5	6 .. 8	10 ... 12

Observație: $b_0 \geq \sqrt{\pi \cdot d \cdot J_{max}}$; J_{max} - jocul maxim al ajustajului

8.4.4 Etanșări cu labirinți.

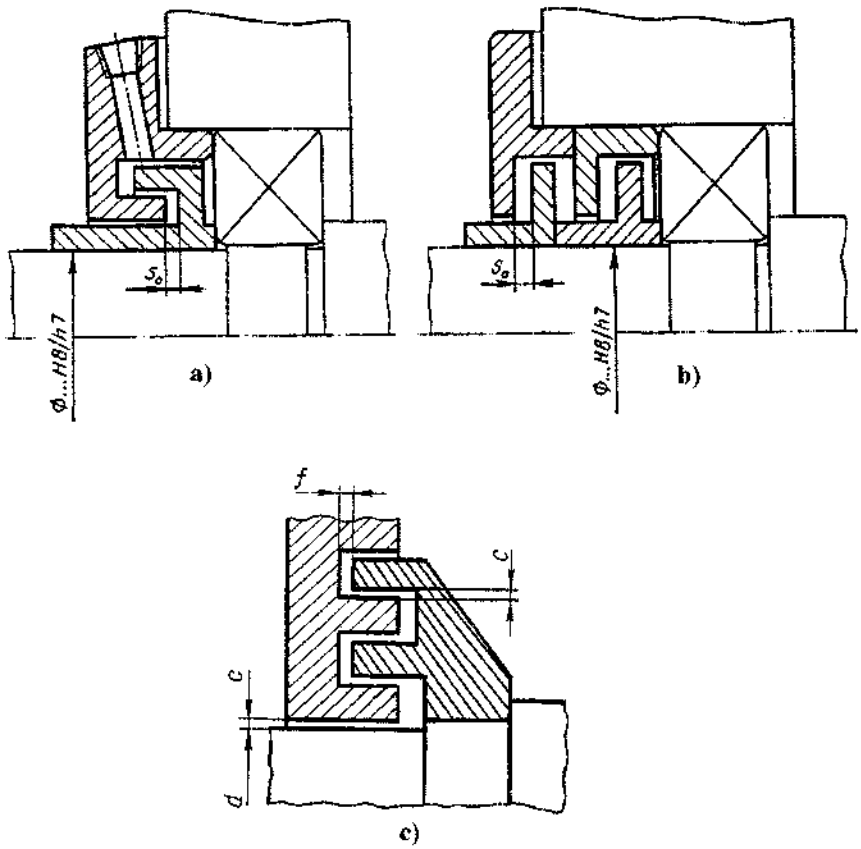


Fig.8.37

Observații: $S_0 \approx 5J_p$; J_p – jocul probabil al ajustajului;
Dimensiunile din figura 8.37,c sunt indicate în tabelul 8.25 ; cota f = 5e .

8.4.5 Etanşări centrifugale şi combinate.

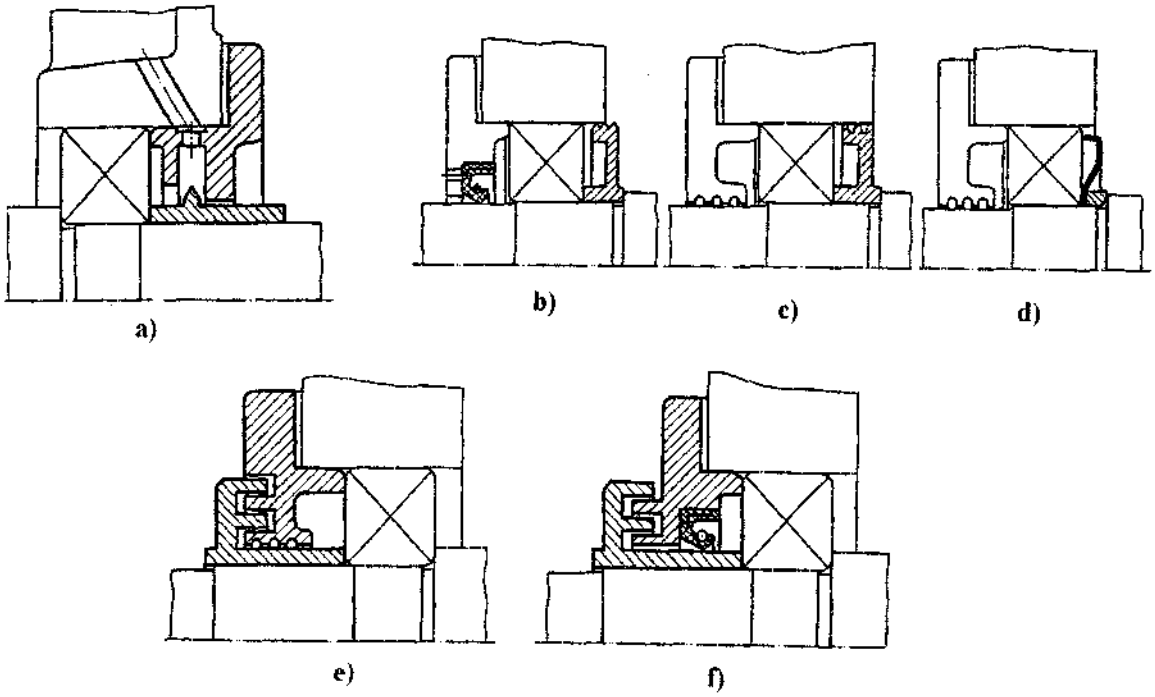


Fig.8.38

8.4.6 Alegerea orientativă a dispozitivelor de etanşare.

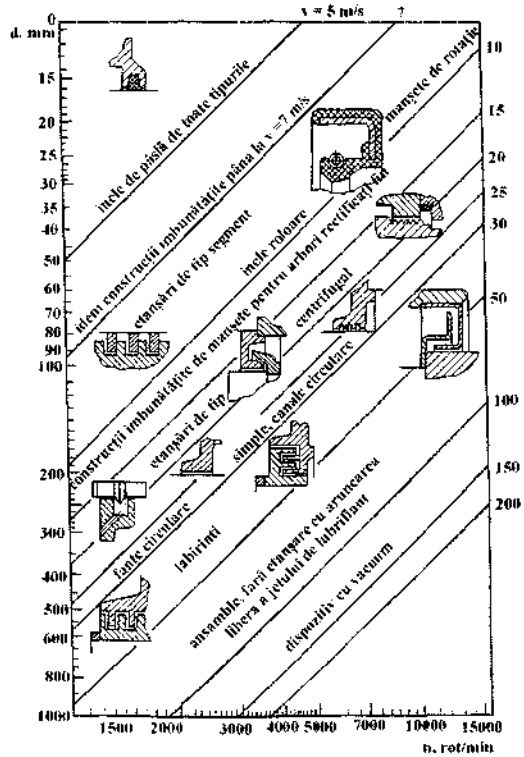


Fig.8.39

8.4.7 Alegerea dispozitivelor de etanşare pentru lagărele cu rulmenţi.

Tabelul 8.28

Mediul ambiant	Viteza periferică v_{max}, m/s	Lubrifiantul utilizat	Etanşarea recomandată
Uscat , curat	≤ 5	Unsoare consistentă	Fante circulare şi canale
	≤ 10	Unsoare consistentă	Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Manşete de rotaţie simple Rulmenţi autoetanşaţi
	> 15	Ulei	Labirinţi simpli
Uscat , praf	≤ 5	Unsoare consistentă	Inele de pâslă
	≤ 10	Unsoare consistentă	Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Inel centrifugal Rulmenţi autoetanşaţi Manşetă de rotaţie dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi
Uscat , murdar	≤ 5	Unsoare consistentă	Inel centrifugal combinat cu canale sau fantă circulară
	≤ 10	Unsoare consistentă	Inel centrifugal Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Inel centrifugal , disc centrifugal Manşetă de rotaţie simplă sau dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi combinaţi
Umed , curat	≤ 5	Unsoare consistentă	Fante circulare şi canale
	≤ 10	Unsoare consistentă	Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Manşetă de rotaţie simplă Manşetă de rotaţie dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi simpli
Umed , praf	≤ 5	Unsoare consistentă	Fante circulare şi canale
	≤ 10	Unsoare consistentă	Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Manşetă de rotaţie simplă Manşetă de rotaţie cu buză antipraf
	> 15	Ulei	Labirinţi
Umed , murdar	≤ 5	Unsoare consistentă	Inel centrifugal combinat cu canale sau fantă circulară
	≤ 10	Unsoare consistentă	Inel centrifugal Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Inel centrifugal şi manşetă simplă Inel centrifugal şi manşetă dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi combinaţi
Foarte umed , curat	≤ 5	Unsoare consistentă	Inel de pâslă combinat cu fantă circulară sau canale
	≤ 10	Unsoare consistentă	Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Manşetă de rotaţie simplă Manşetă de rotaţie dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi simpli
Foarte umed , praf	≤ 5	Unsoare consistentă	Inel de pâslă combinat cu fantă circulară sau canale
	≤ 10	Unsoare consistentă	Inel centrifugal Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Inel centrifugal şi manşetă simplă Inel centrifugal şi manşetă dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi

Tabelul 8.28 - continuare

Foarte umed, murdar	≤ 5	Unsoare consistentă	Inel de pâslă combinat cu fantă circulară sau canale
	≤ 10	Unsoare consistentă	Inel centrifugal Rulmenţi autoetanşaţi
	≤ 15	Unsoare consistentă Ulei	Inel centrifugal şi manşetă simplă Inel centrifugal şi manşetă dublă
	> 15	Ulei	Labirinţi combinaţi

Observaţii: Gradul de murdărire al mediului:
- gazos, în g/m^3: curat < 0,005; praf ≤ 0,5; murdar > 0,5;
- lichid cu particule solide, în % : curat ≤ 0,01; murdar ≤ 3 .... 5; puternic murdar > 5;
- umezit solid, în %: uscat ≤ 0,2; umed ≤ 2; foarte umed > 2.

8.5 DISPOZITIVE DE UNGERE.

8.5.1 Ungătoare cu bilă.

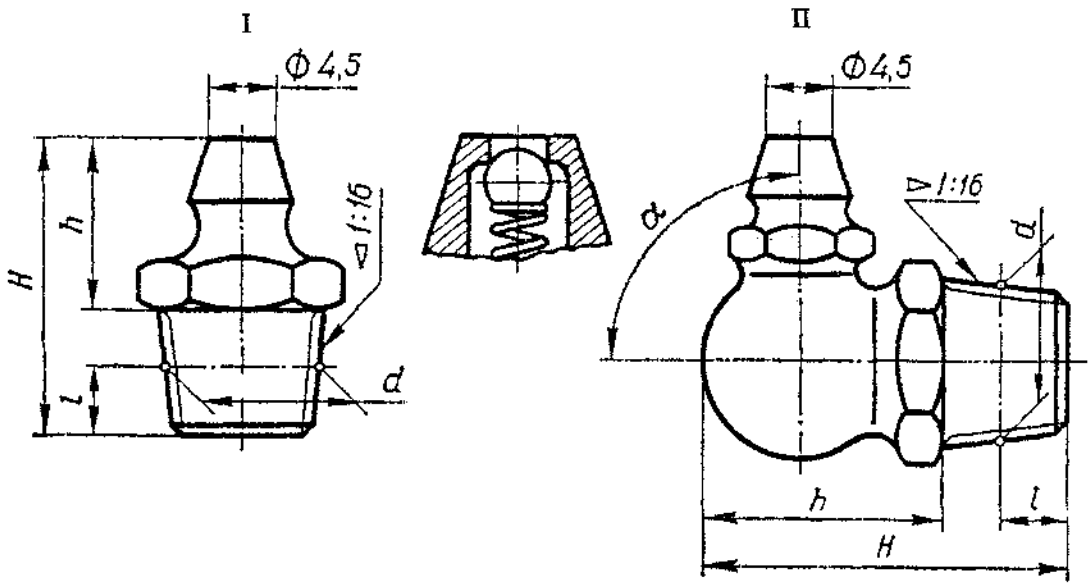


Fig.8.40

Tabelul 8.29

Tip	d	H	h	l	S	α^0
I	MK 6 x 1	18	8	4	8	-
	M 10 x 1	18	10	-	11	-
II	MK 6 x 1	20	13	4	8	90
	M 10 x 1	20	14	-	11	30,45,90

8.5.1.1 Ungătoare cu bilă (DIN 71412).

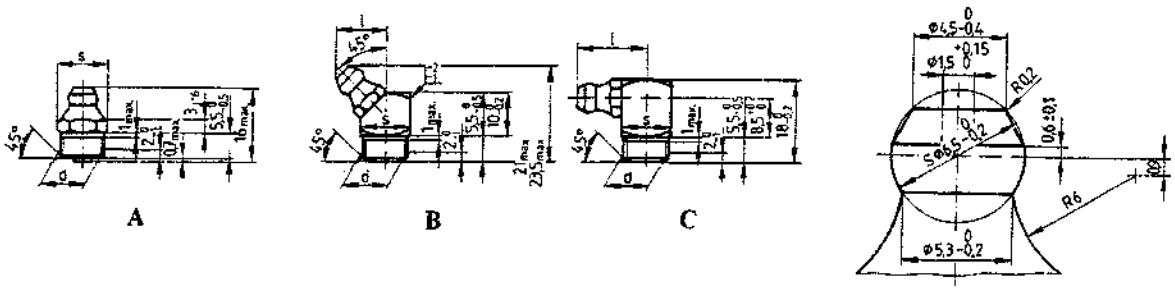


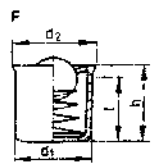
Fig.8.41

Tabelul 8.30

Forma	d		l		S (h13)	
	filet metric	filet metric conic	forma B ≈	forma C ≈	forma A	forma B şi C
A	M6	MK6	10	14,3	7	9
B	M8 x 1	MK8 x 1			9	
C	M10 x 1	MK10 x 1	11	15,3	11	11

8.5.1.2 Ungătoare cu bilă (DIN 3410).

Tabelul 8.31



d_1*	F4	F5	F6	F8	F9,5	F10	F11	F12,5	F14	F16
d_2	4,5	5,5	6,5	9	10,5	11	12	13,5	15	17
h	5	6	7	9	11	11,5	12	14	16,5	18
l	3	4	5	7	9	9,5	10	12	14,5	15

* Diametrul d_1 are câmpul de toleranţă H 11.

8.5.2 Ungătoare cu pâlnie (DIN 3410).

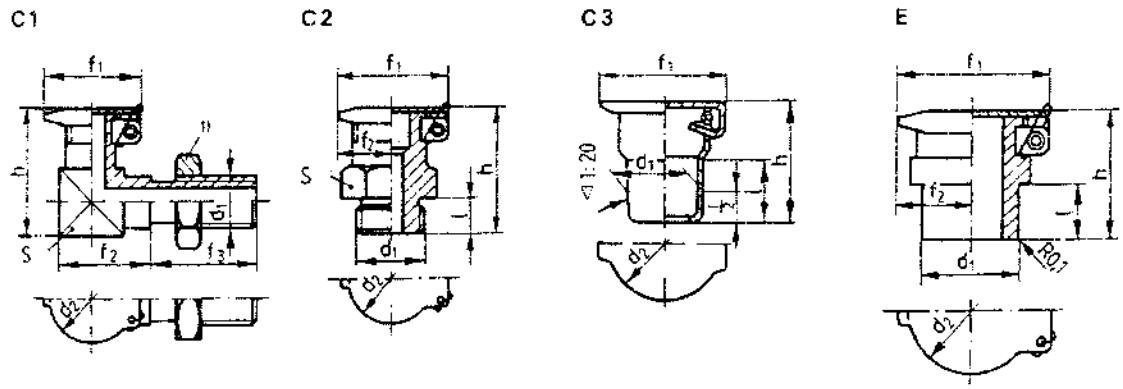


Fig.8.42

Tabelul 8.32

d_1	forma	d_2 ≈	f_1 ≈	f_2 ≈	h ≈	l	S
M5	C1	9	12,5	4,5	15	4	8
M6		9	12,5	4,5	15	5	8
M8 x 1		12	16	7,5	18,5	5	10
M10 x 1		12	16	7,5	18,5	6	12
M12 x 1,5		15	19	9	22	6	14
M16 x 1,5		18	22,5	10,5	27,5	8	17
M6	C2	9	12	11	13	15	8
M8 x 1		12	15	14	14	18	10
M10 x 1		12	18	16	14	20	12
M12 x 1,5		15	19	19	15	22	14

Tabelul 8.33

d_1	forma	d_2 ≈	f_1 ≈	f_2 ≈	h ≈	l
5	C3	12	12	5	12	5,8
6		12	12	6	12	
8		14	15	6,5	13	
10		17	17,5	7,5	13,5	
12		20	19	8,5	14	6
16		23	22,5	10,5	16	7
5	E	12	13	7	15	7
6		12	13	7	16	8
8		14	16	9	18	10
10		17	18	10	19	11
12		20	22	12	21	12
16		23	25	14	23	13

8.6 DESENE DE EXECUŢIE.

8.6.1 Casetă pentru rulmenţi.

Condiţii tehnice:
Semifabricat turnat conform STAS 1592/1.
Razele necotate vor fi max. R 2 mm.
Muchiile ascuţite se teşesc la 0,5 x 45°.
Toleranţe mS conform ISO 2768 sau
SR EN 22768.

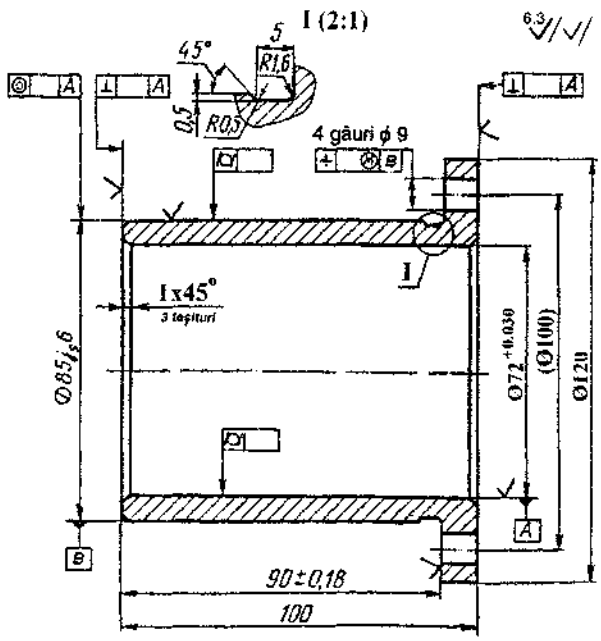


Fig. 8.43

8.6.2 Capac pentru rulmenți.

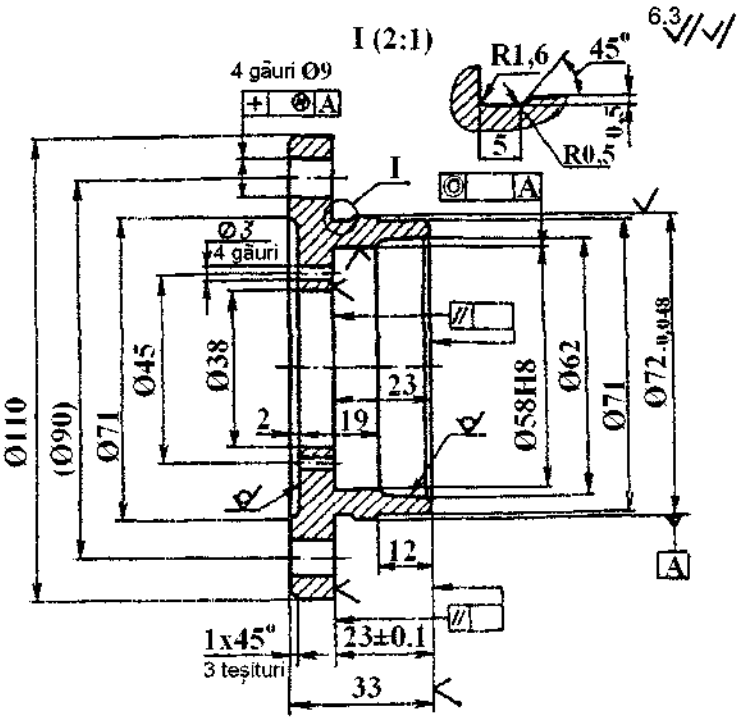


Fig.8.44

Condiții tehnice:
Semifabricat turnat conform STAS 1592/1 .
Muchiile ascuțite se teșesc la 0,5 x 45^0.
Toleranțe mS conform ISO 2768 sau SR EN 22768 .

9. REDUCTOARE CU O TREAPTĂ. SOLUŢII CONSTRUCTIVE.

9.1 REDUCTOARE CILINDRICE.

9.1.1 Reductoare cilindrice cu axele în plan orizontal.

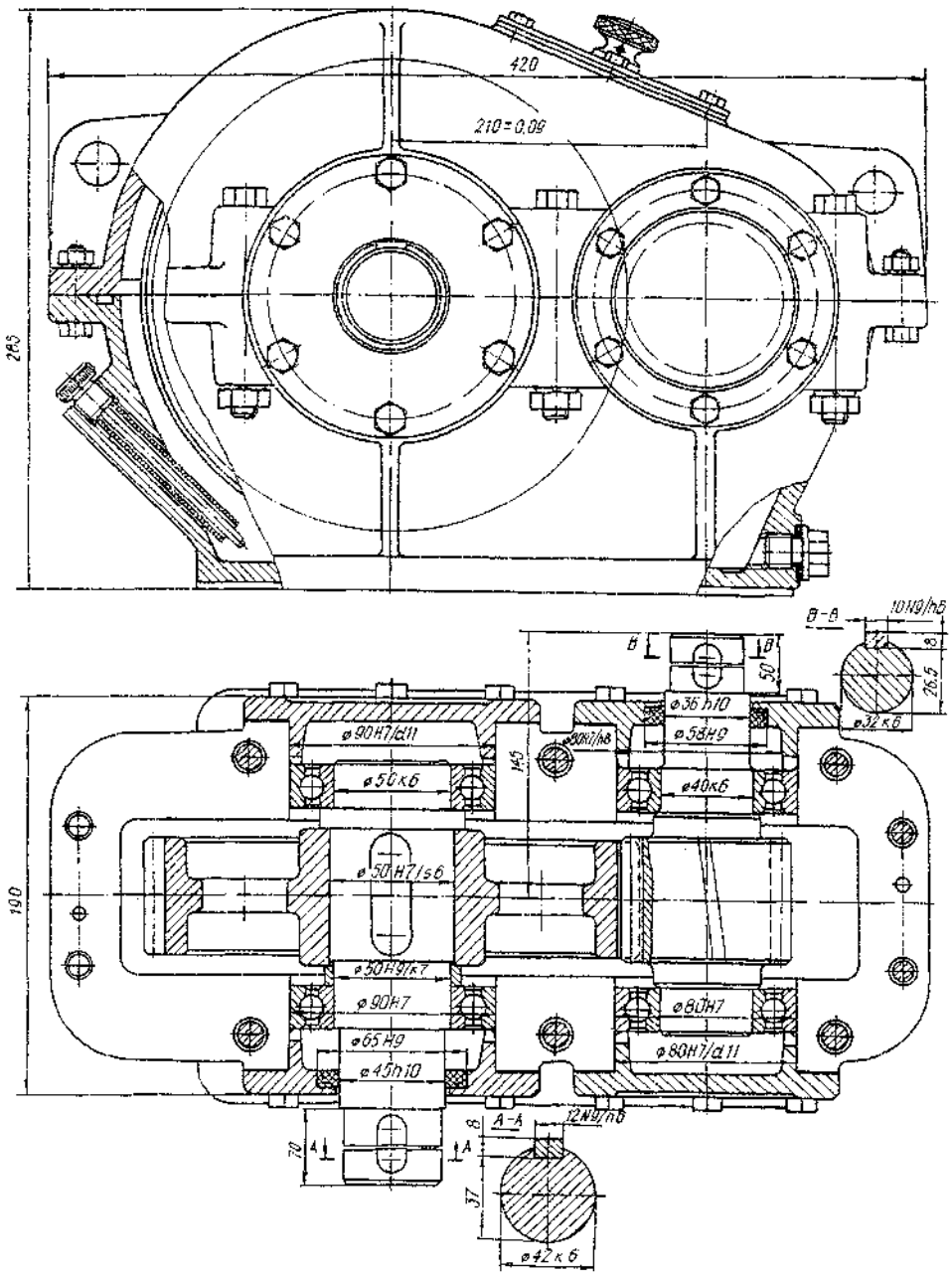


Fig.9.1.

Condiţii tehnice:

Vezi pct.1.19.1 (STAS 6857/1)

Caracteristici principale

Puterea la arborele de ieşire	$P_2 = 2,25$ KW
Momentul de torsiune la ieşire	$M_{t2} = 71,2$ N.m
Turaţia la arborele de intrare	$n_1 = 950$ min^{-1}
Raportul de angrenare	$u_{12} = 3,15$

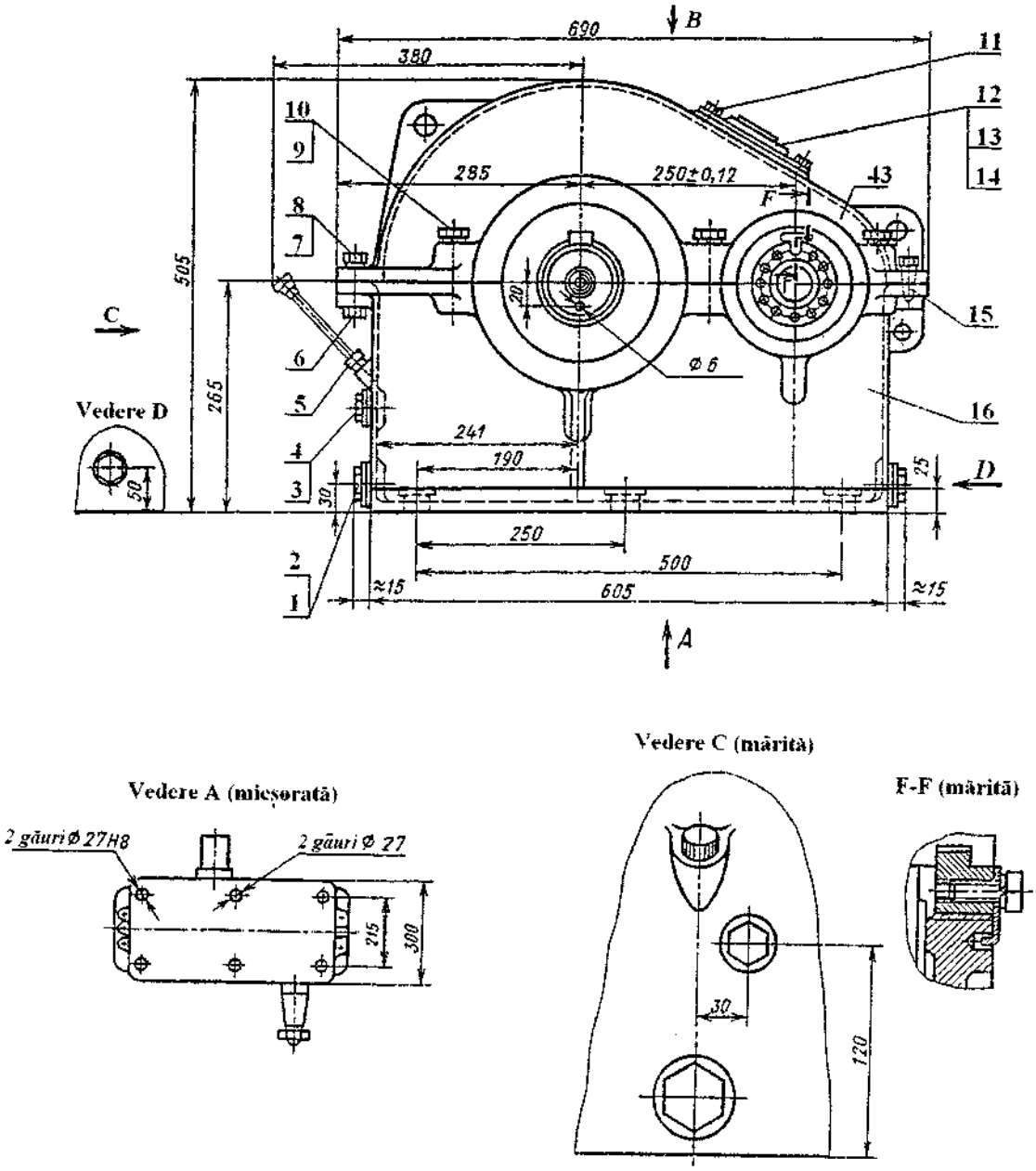


Fig.9.2, a

1 – dop de golire; 2 - garnitură; 3 – dop de umplere; 4 – garnitură; 5 - joja; 6 – şurub; 7 – piuliţă; 8 – şaibă Grower; 9 – şurub; 10 - şaibă Grower; 11 - şurub; 12 – aerisitor; 13 - garnitură; 14 - garnitură; 15 - ştift de centrare; 16 - corp reductor; 17 - roată condusă; 18 - pană; 19 - şaibă de siguranţă; 20 - capac de reglare; 21 - şaibă rulment; 22 - capac rulment; 23 - arbore motor; 24 - piuliţă; 25 - şaibă de asamblare; 26 - pană; 27 - capac rulment; 28 - şaibă de reglare; 29 - şaibă de etanşare; 30 - rulment; 31 - capac rulment; 32 - capac de reglare; 33 - şurub; 34 - şaibă; 35 - şaibă de siguranţă; 36 - capac reglare; 37 - rulment; 38 - şaibă rulment; 39 - capac rulment; 40 - pană; 41 - arbore condus; 42 - inel distanţier; 43 – capac reductor.

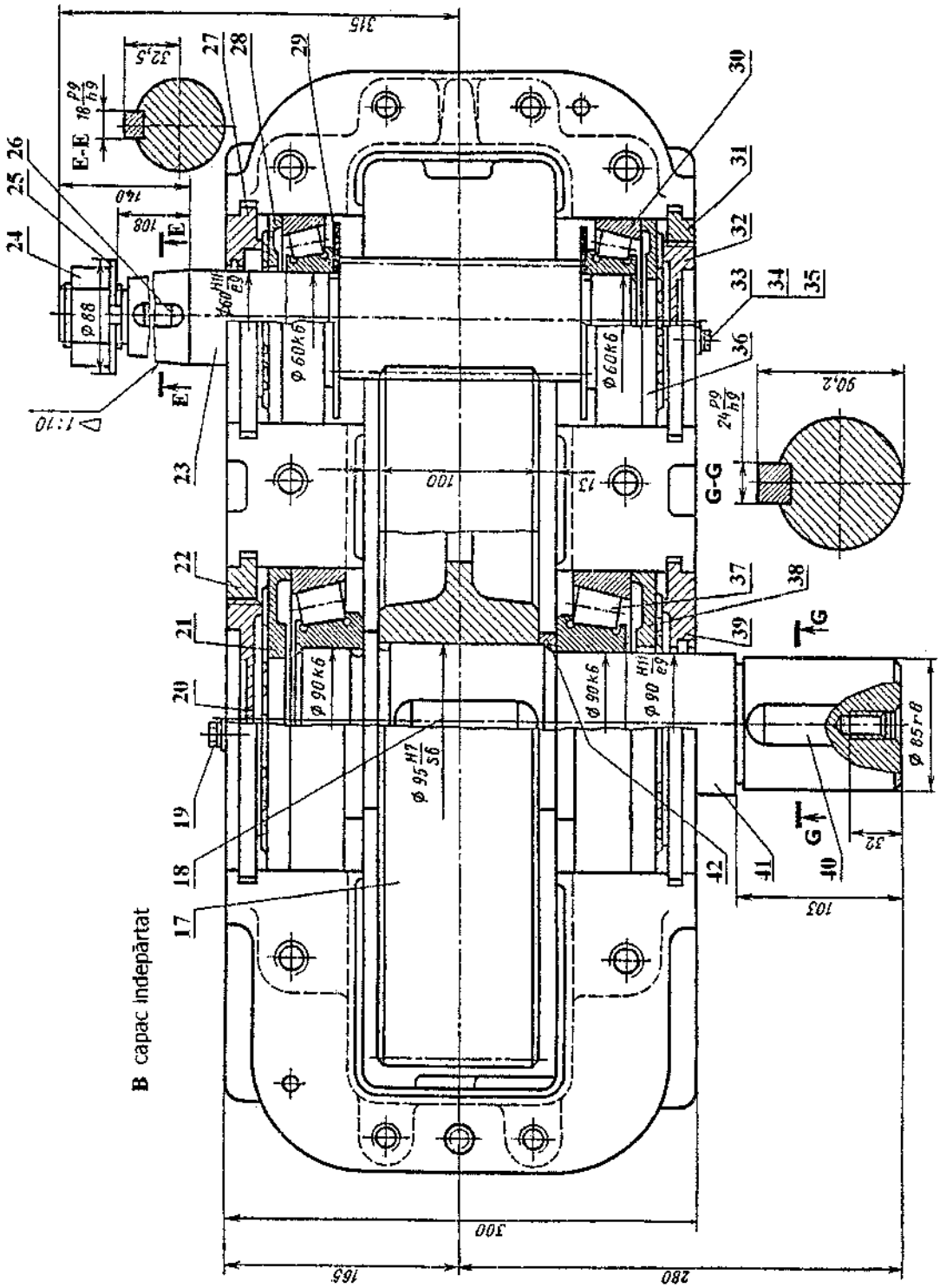

B capac îndepărtat
E-E
G-G
1:10
315
280
165
100
103
90,2
32,5
140
108
100
13
32
ø 60K6
ø 90K6
ø 95 H7/s6
ø 90 H8/e9
ø 85r-8
ø 68
18 P9/h9
24 P9/h9
23
22
21
20
19
18
17
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

Fig.9.2, b

9.1.2 Reductoare cilindrice cu axele în plan vertical.

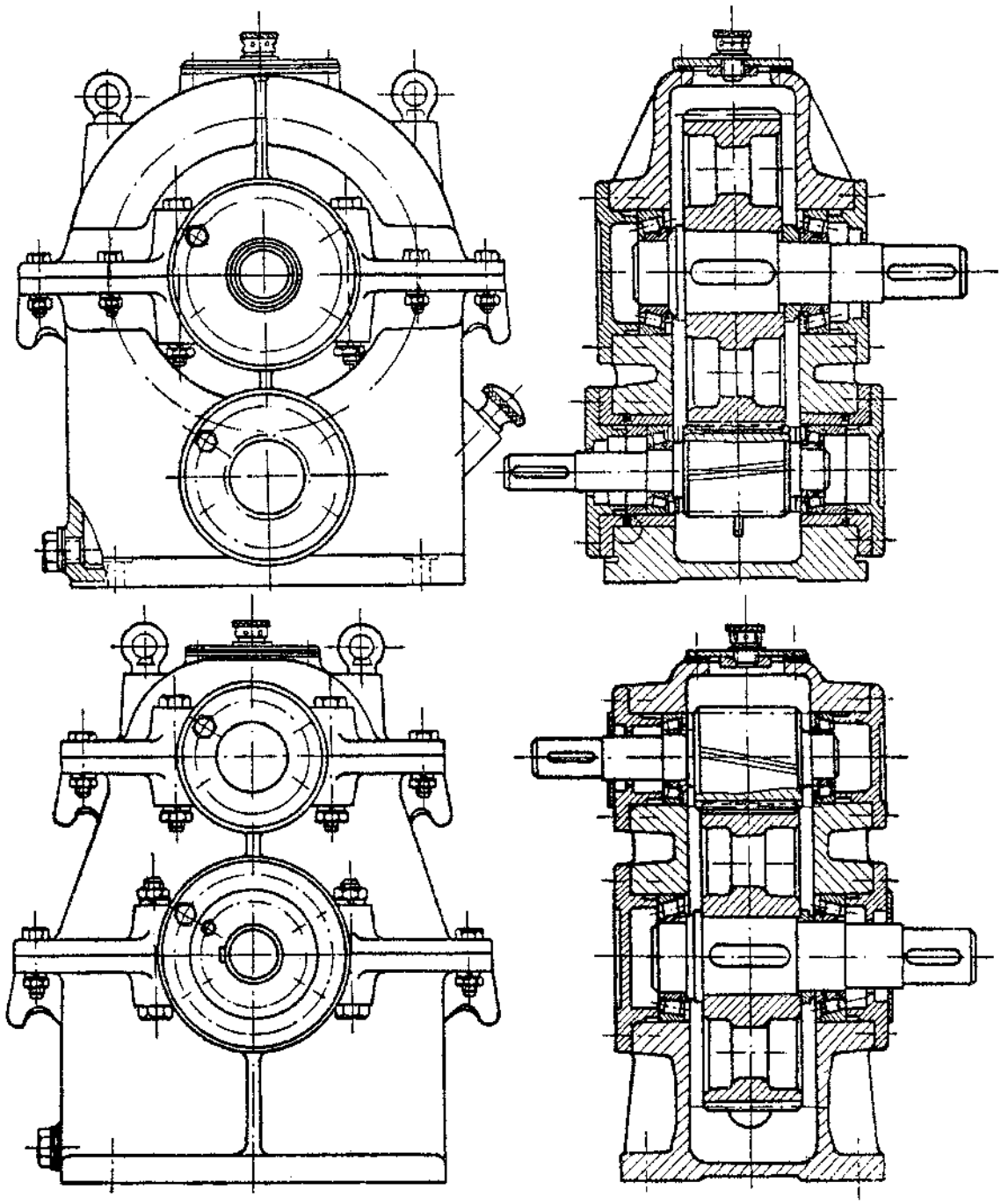


Fig.9.3

9.1.3 Reductor cilindric cu axele verticale.

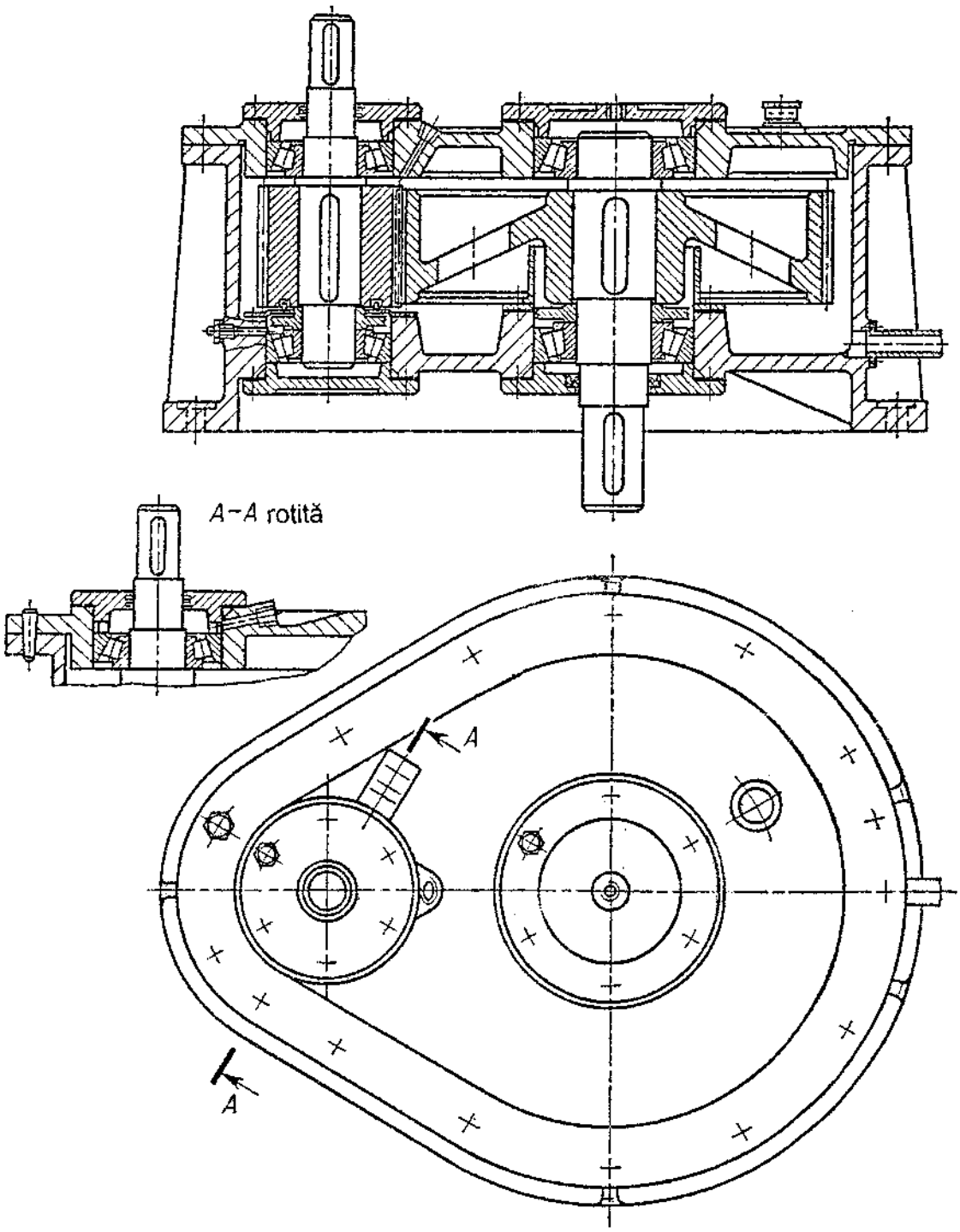


Fig.9.4

9.1.4 Reductor cilindric special (cu două pinioane).

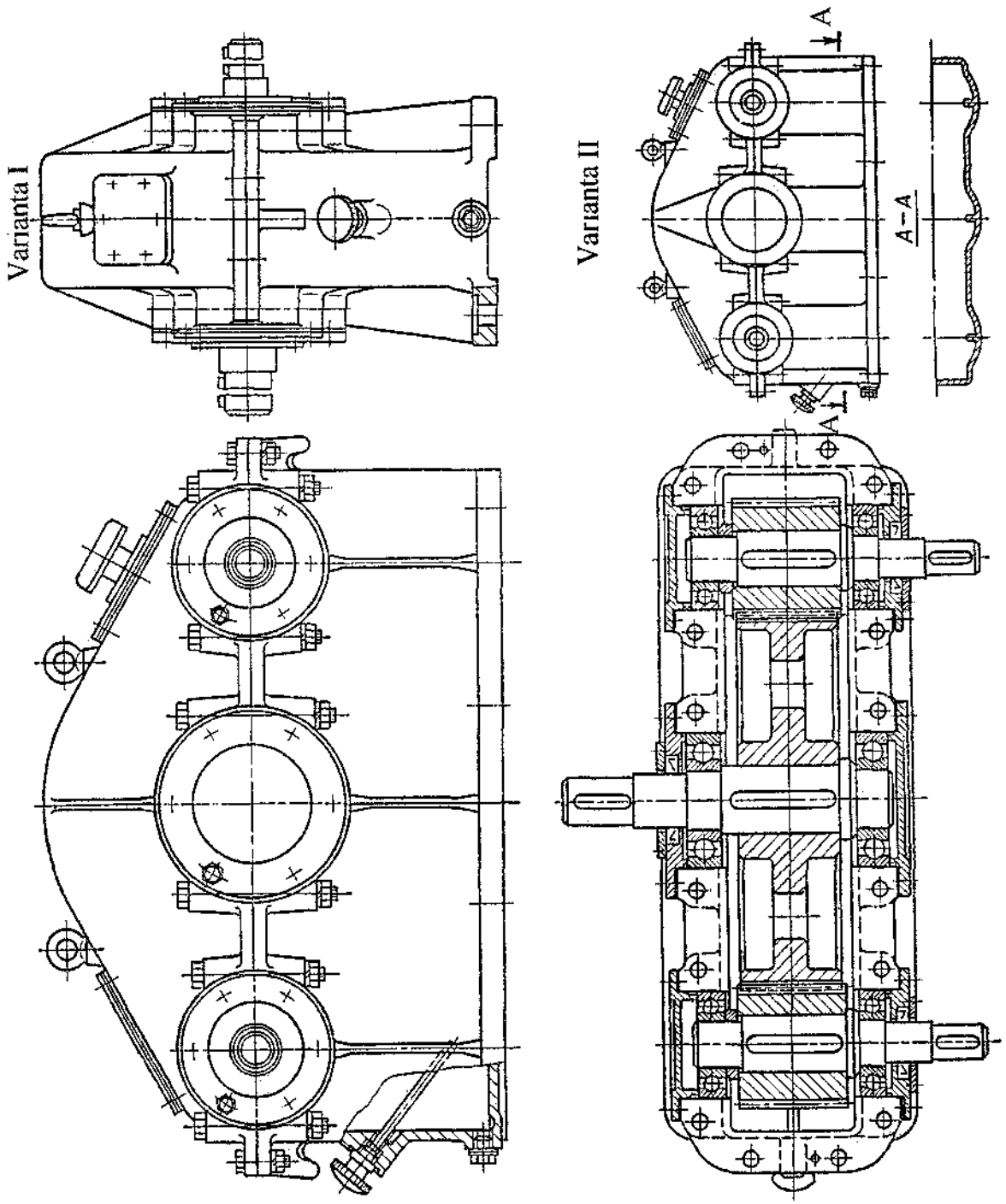


Fig.9.5

9.2 REDUCTOARE CONICE.

9.2.1 Reductor conic cu axele în plan orizontal.

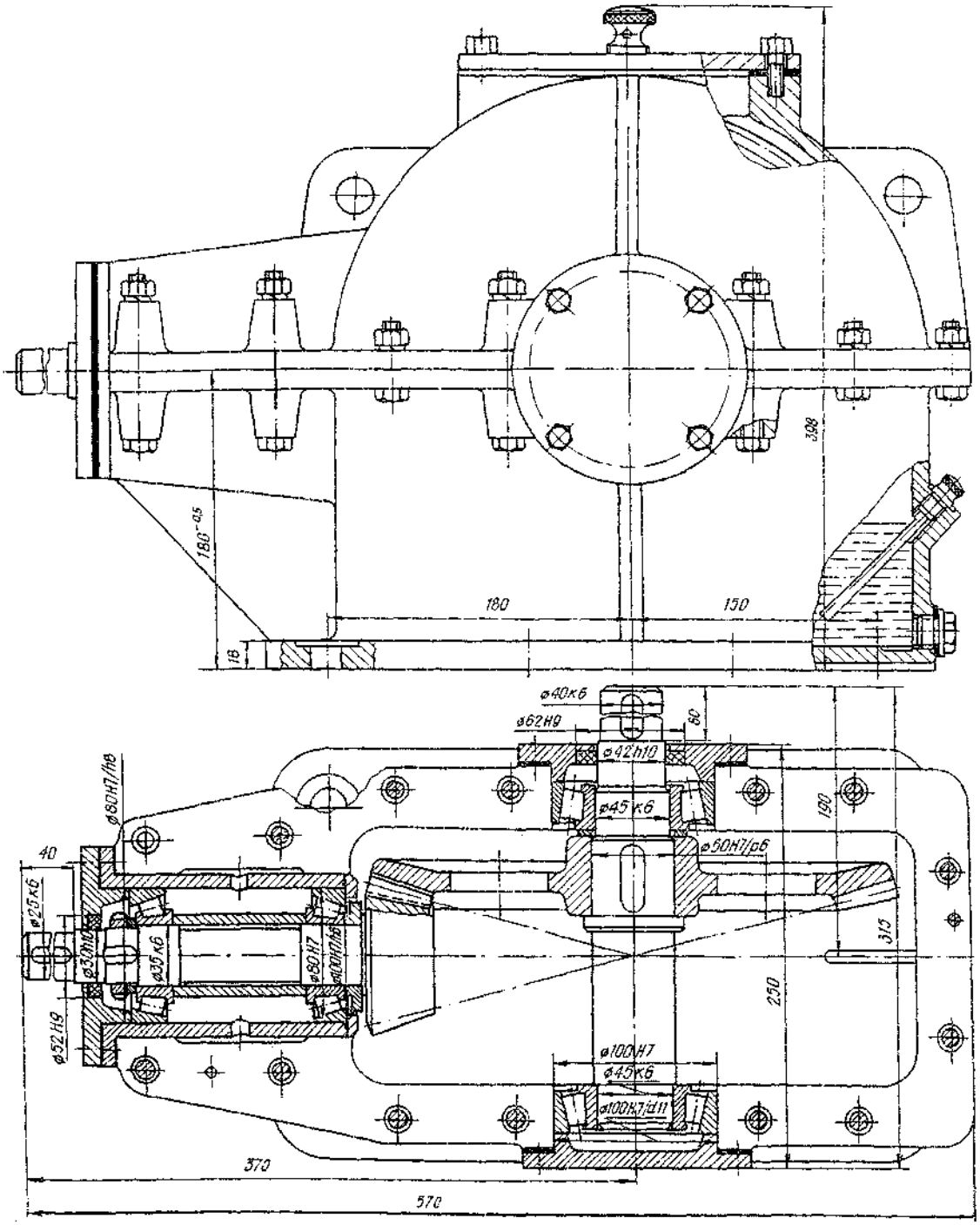


Fig.9.6

9.2.2 Reductor conic cu axele în plan orizontal, fără consolă la pinion.

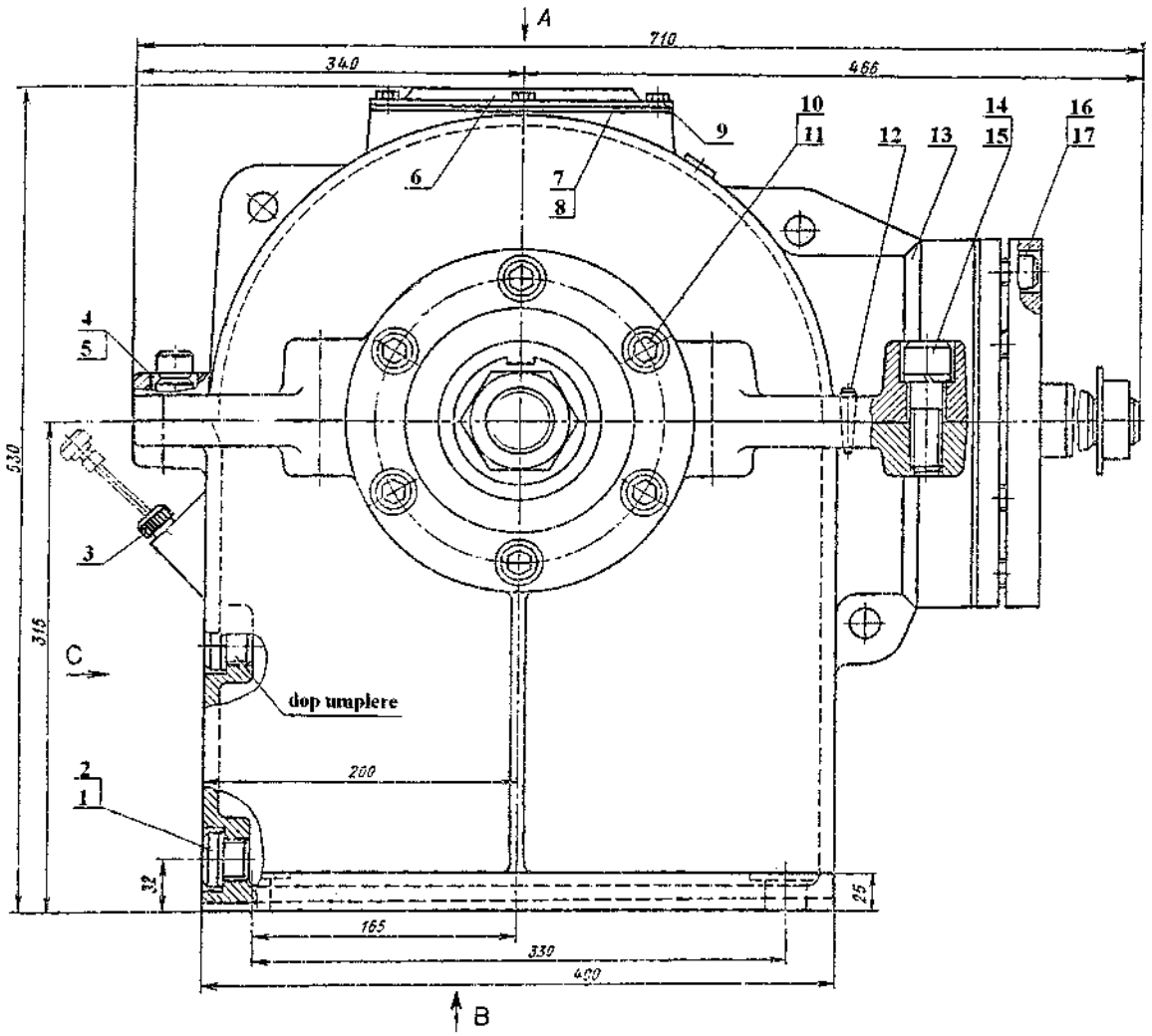


Fig.9.7, a

1 – dop de golire; 2 – garnitură; 3 – joja; 4 – şurub; 5 - şaibă Grower; 6 – aerisitor; 7 - capac de vizitare; 8 – garnitură; 9 – şurub; 10 – şaibă Grower; 11 – şurub; 12 – ştift de centrare; 13 – capac reductor; 14 – şurub; 15 - şaibă Grower; 16 – şurub; 17 – şaibă Grower; 18 – pană; 19 - arbore condus; 20 – garnitură; 21 - capac rulment; 22 - corp reductor; 23 – bucşă rulment; 24 - roată condusă; 25 – şaibă de etanşare; 26 – inel distanţier; 27 – bucşă rulment; 28 – inel distanţier; 29 - arbore motor; 30 – piuliţă; 31 – şaibă de siguranţă; 32 – pană; 33 - capac rulment; 34 – piuliţă rulment; 35 – şaibă rulment; 36 – pahar; 37 – garnitură; 38 – rulment; 39 – rulment; 40 – rulment; 41 – garnitură; 42 – capac rulment

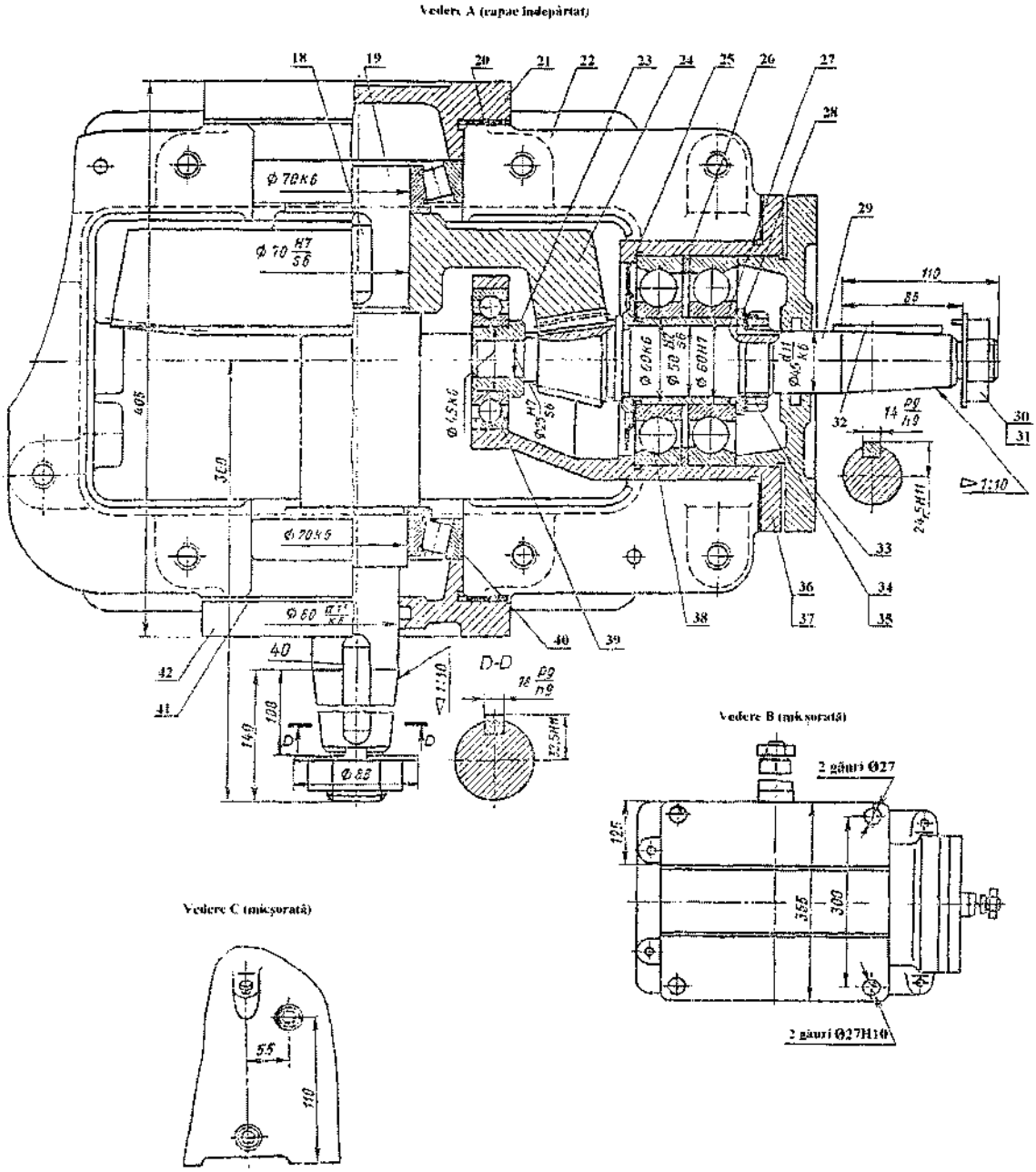


Fig.9.7, b

Condiţii tehnice:
Vezi pct.1.19.1 (STAS 6857/1)

Caracteristici principale:

P_1 KW	n_1 min^{-1}	z_2/z_1	u_{12}	M_{t2} N.m
15	1500	57/18	3,166	≈248

9.2.3 Reductor conic cu arborele de intrare în plan vertical.

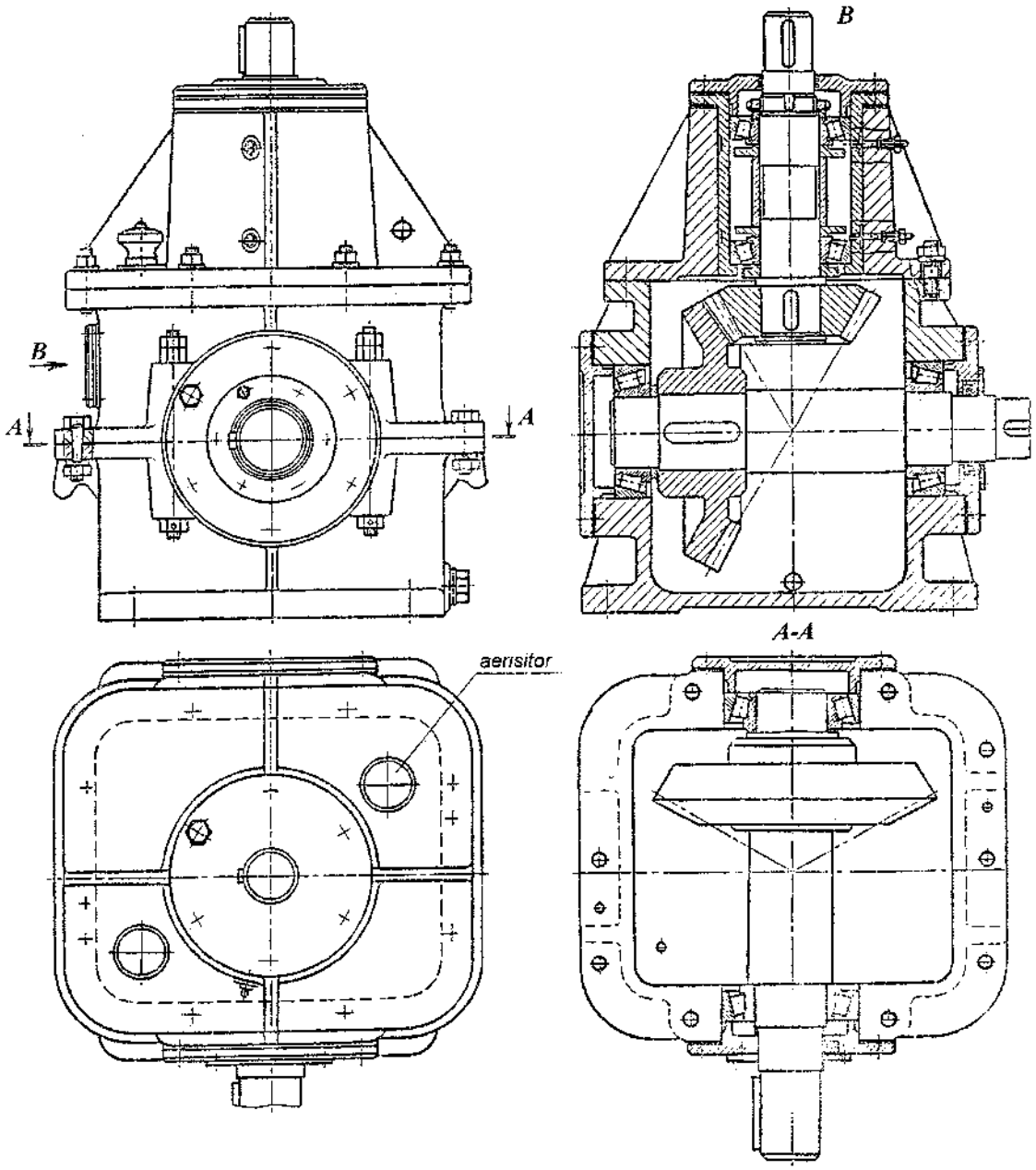


Fig.9.8

9.2.4 Reductor conic cu arborele de ieşire în plan vertical.

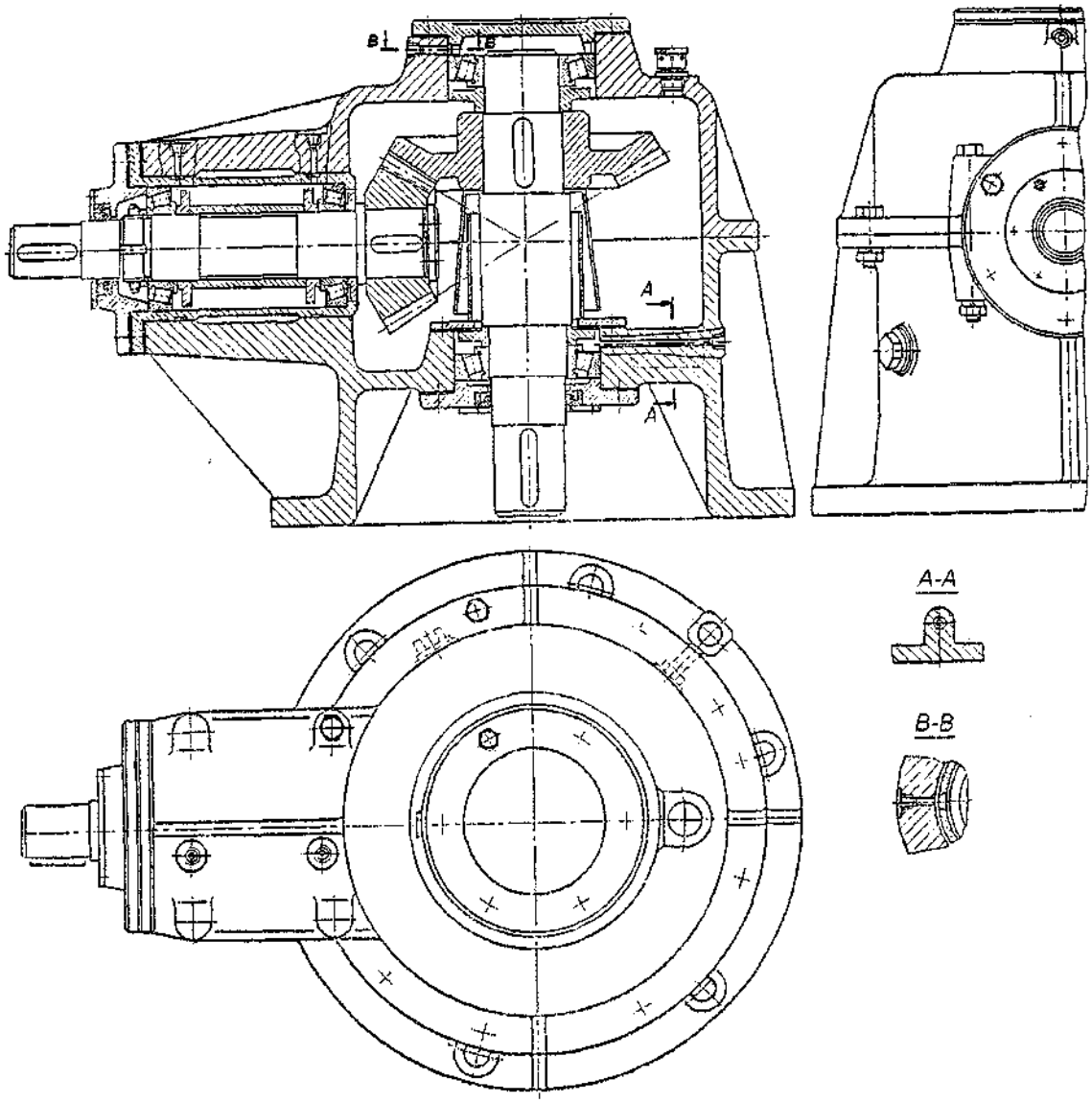


Fig.9.9

9.2.5 Reductor conic cu unghiul dintre axe diferit de 90^0.

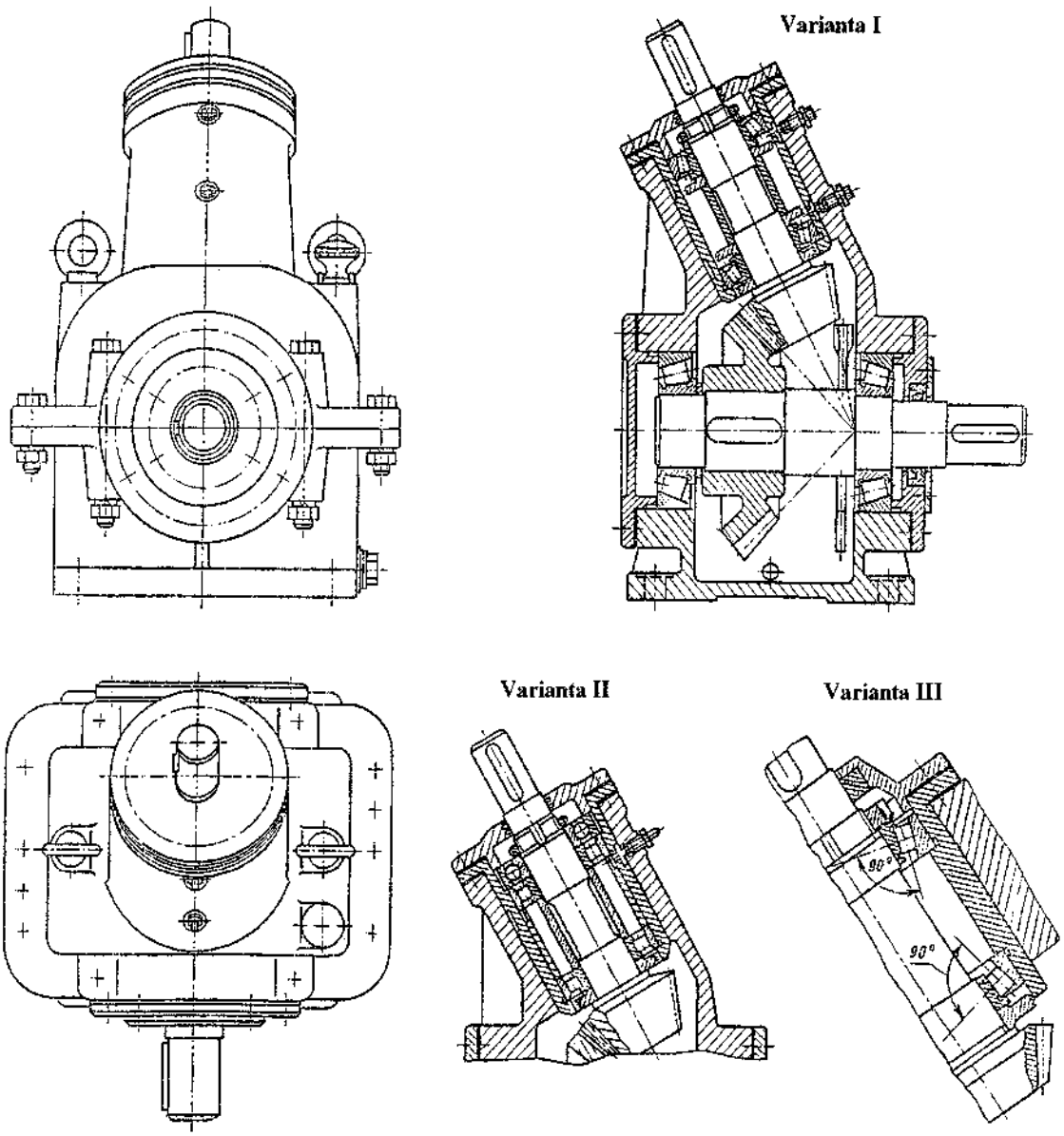


Fig.9.10

9.3 REDUCTOARE MELCATE.

9.3.1 Reductoare melcate cu melcul amplasat sub roata melcată.

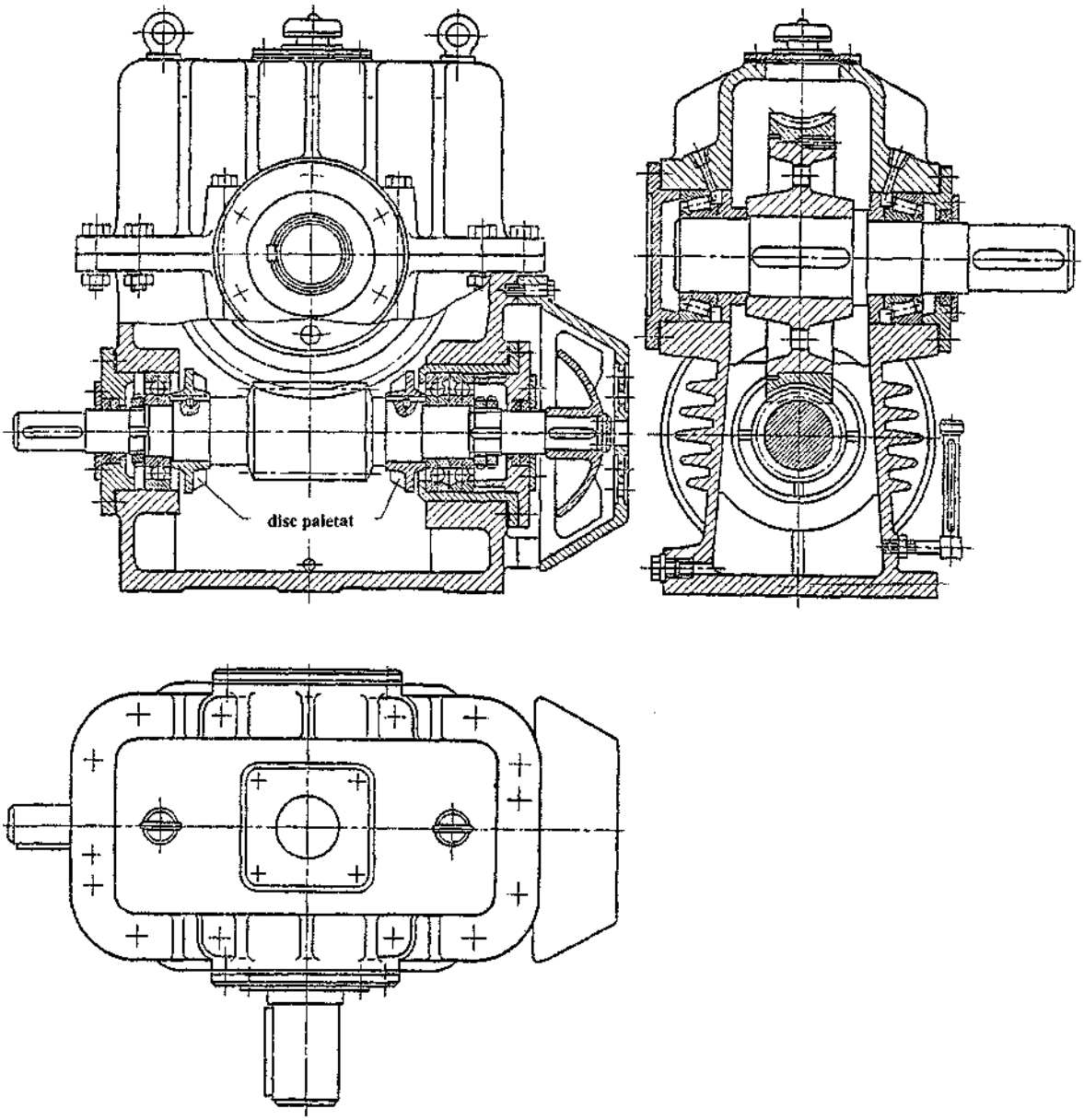


Fig.9.11

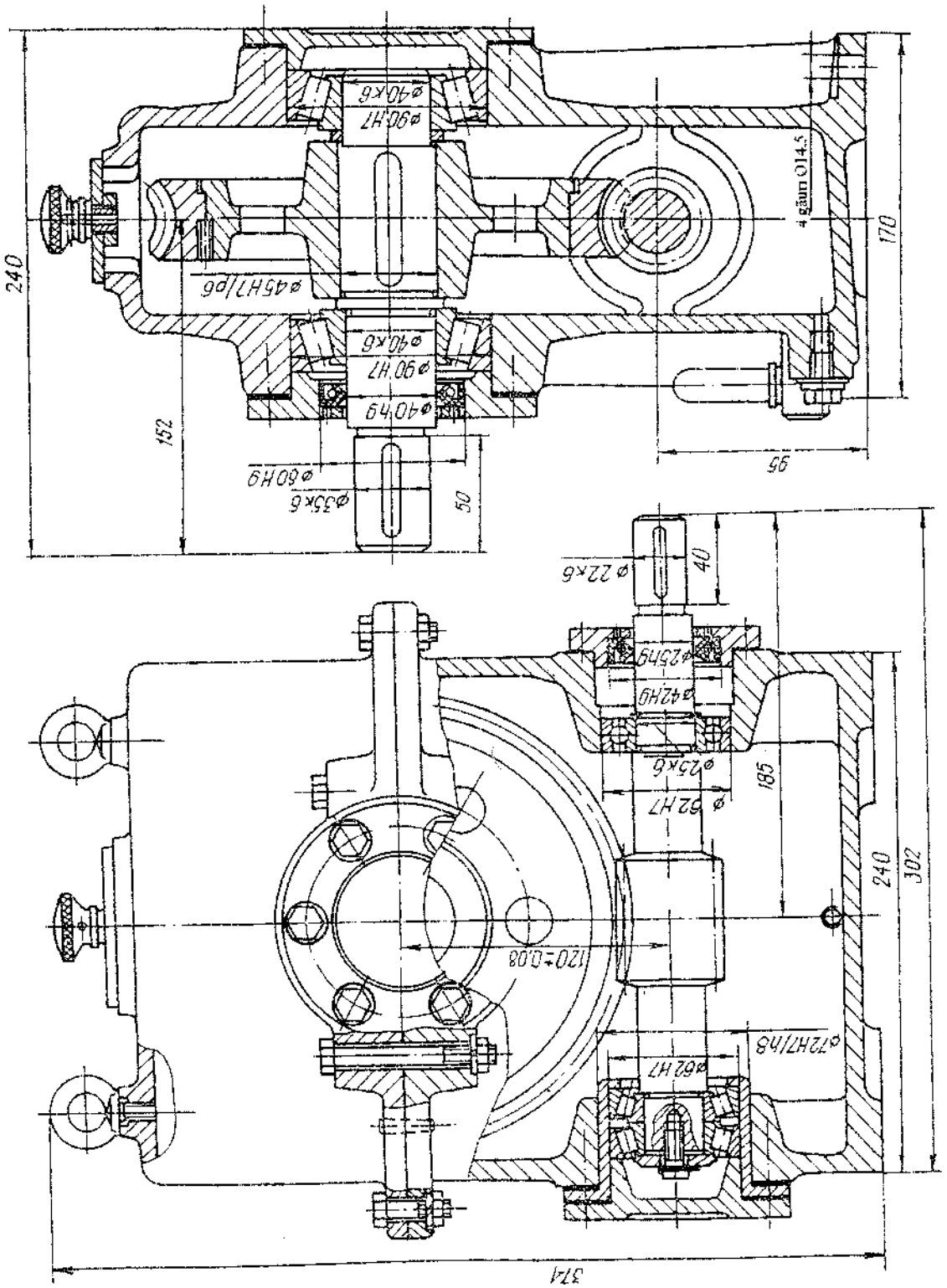


Fig.9.12

9.3.2 Reductoare melcate cu melcul amplasat deasupra roții melcate.

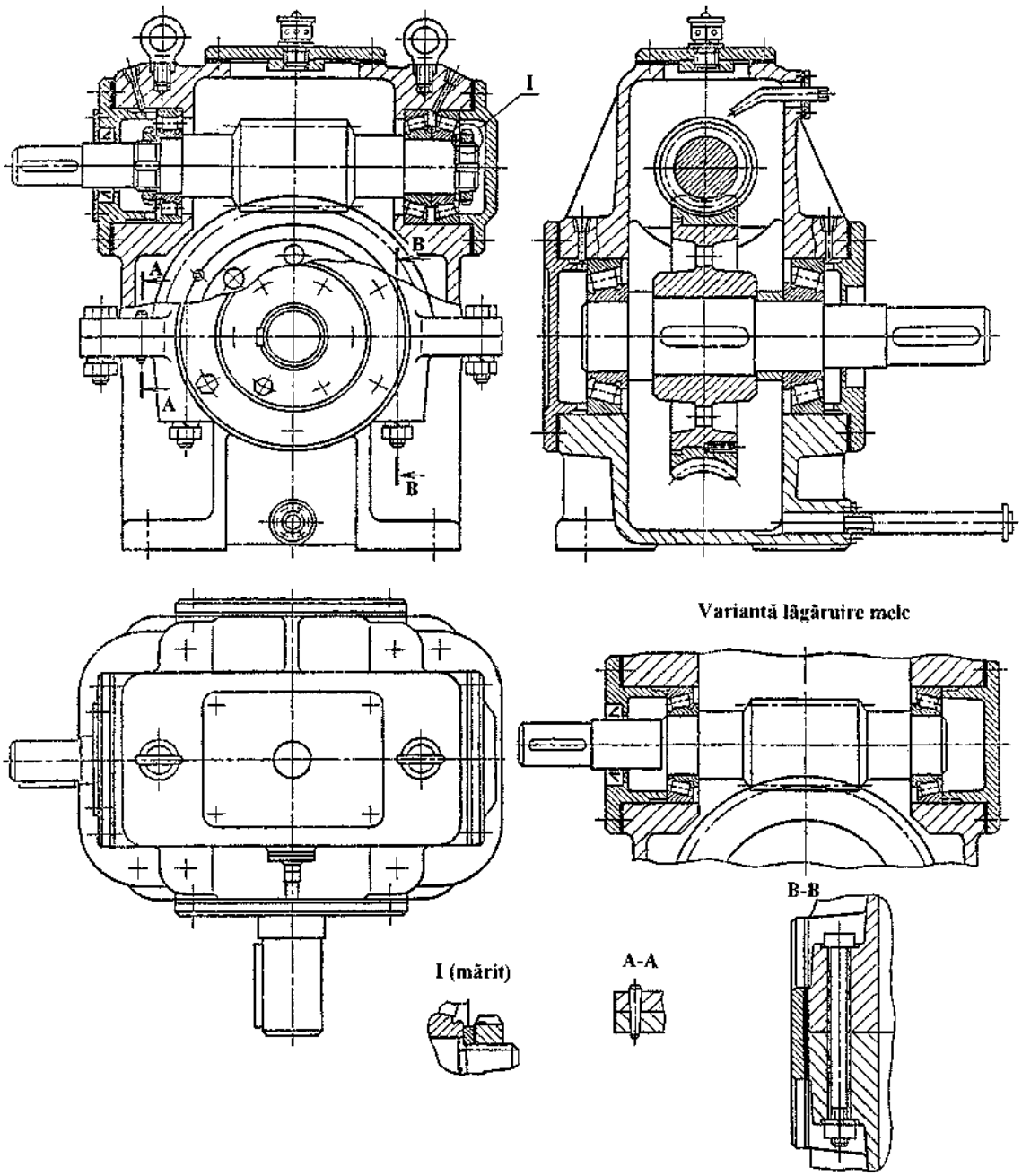


Fig.9.13

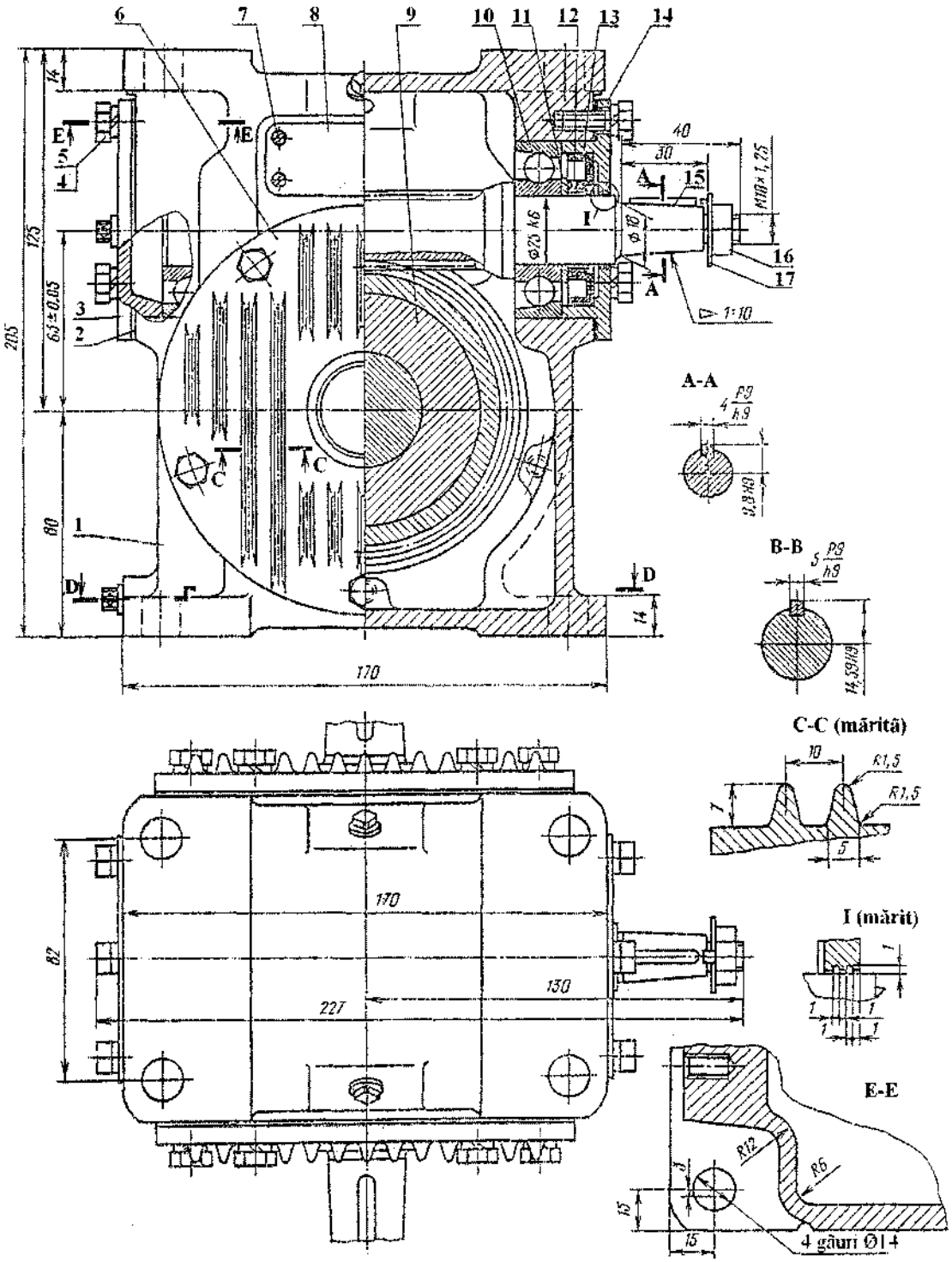
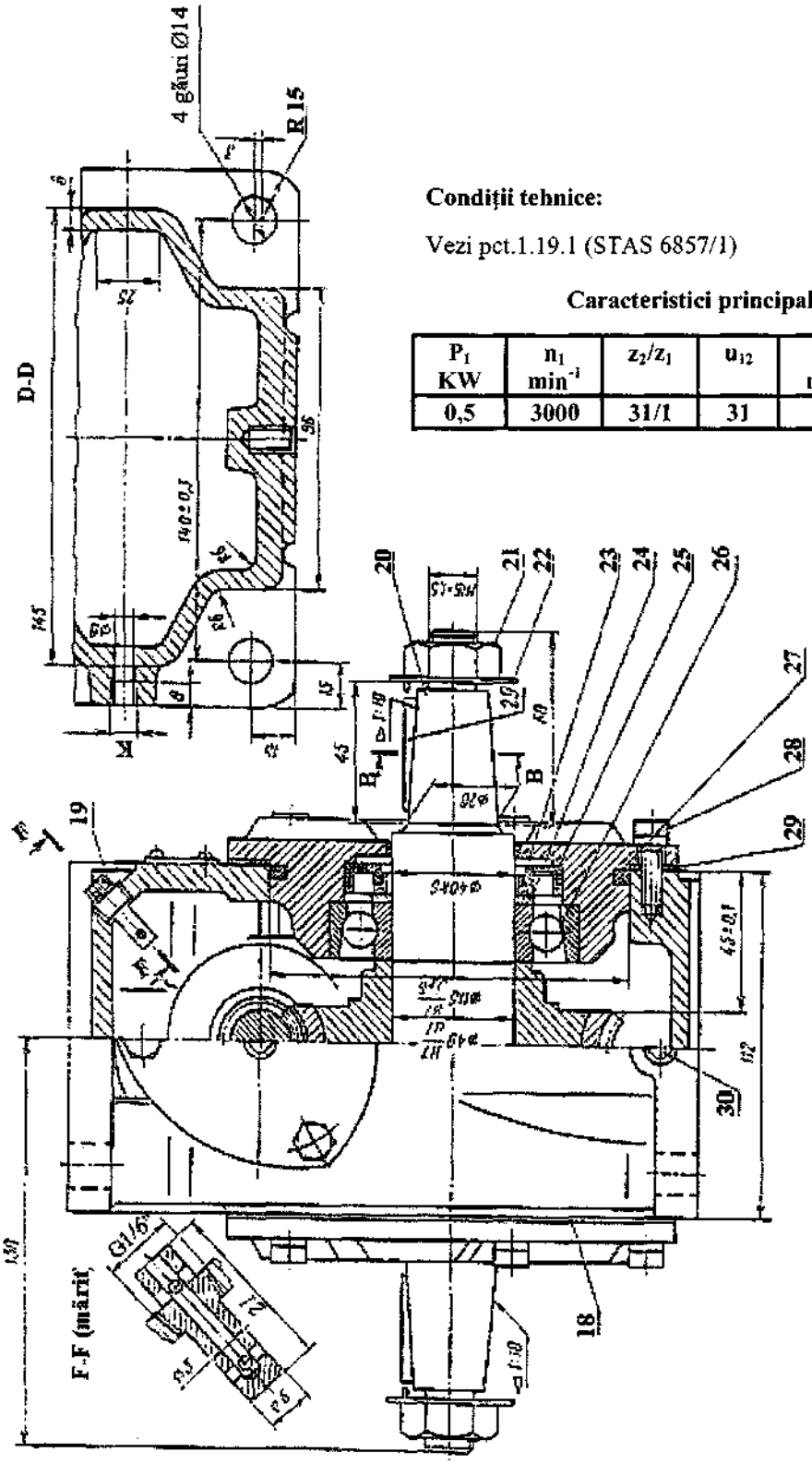


Fig.9.14, a

1 – corp reductor; 2 – garnitură; 3 – capac rulment; 4 – şurub; 5 – şaibă Grower ;6 – capac; 7 – nit; 8 – plăcuţă de marcare; 9 – roată melcată; 10 – rulment; 11 – inel; 12 – inel ; 13 – manşetă; 14– capac rulment; 15 – pană; 16 – piuliţă; 17 – şaibă de siguranţă; 18 – garnitură; 19 – aerisitor; 20 – arbore condus; 21 – piuliţă; 22 – şaibă de siguranţă; 23 – inel; 24 – inel; 25 – manşetă; 26 – rulment; 27 – inel etanşare; 28 - şurub; 29 – garnitură; 30 – dop de golire.



Condiţii tehnice:

Vezi pct.1.19.1 (STAS 6857/1)

Caracteristici principale

P_1 KW	n_1 min^{-1}	z_2/z_1	u_{12}	m_x mm	q
0,5	3000	31/1	31	3	12

Fig.9.14, b

9.3.3 Reductor melcat cu roata melcată în plan orizontal.

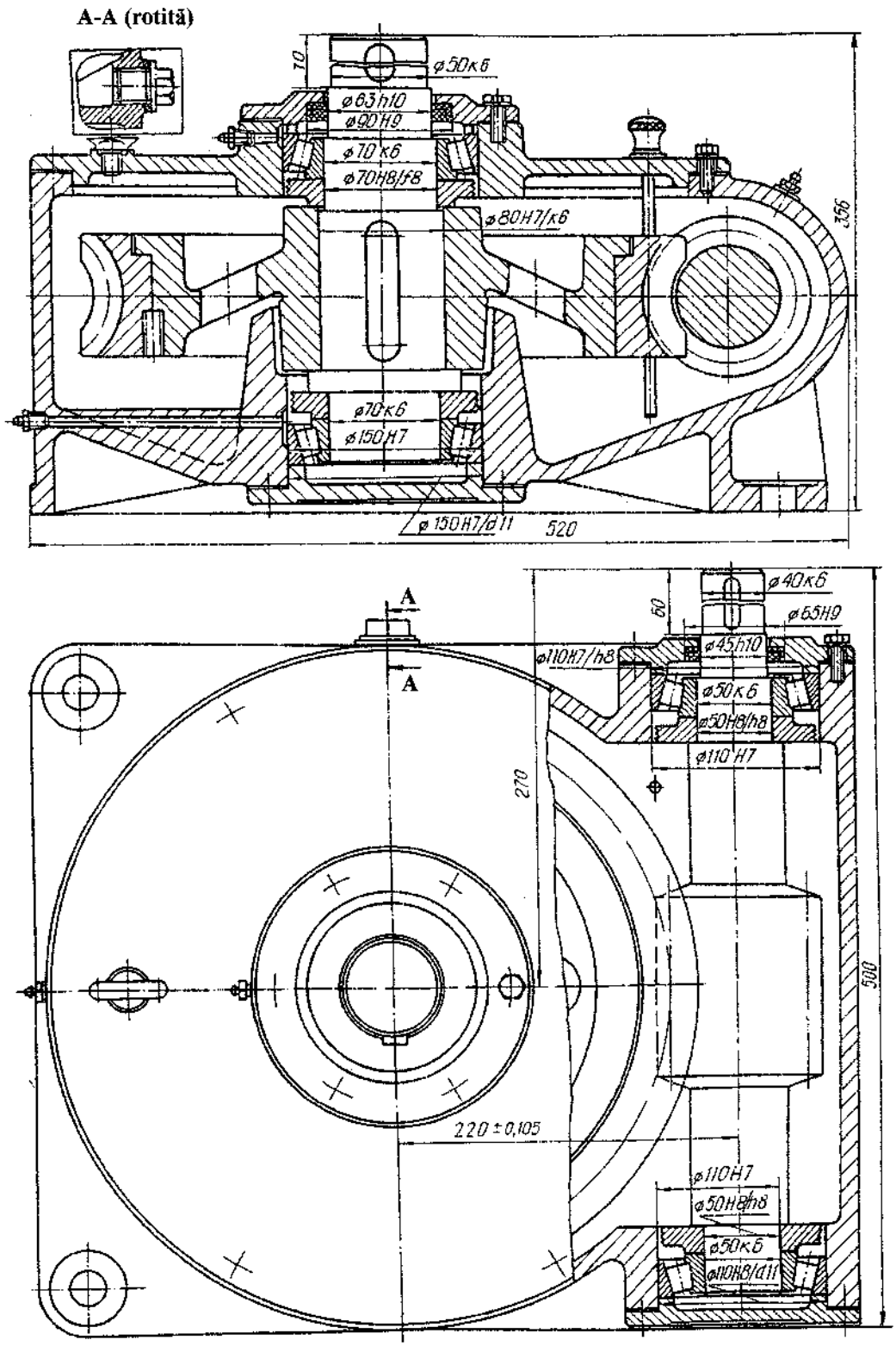


Fig.9.15

9.4 REDUCTOARE. COMPONENŢĂ ORGANOLOGICĂ.

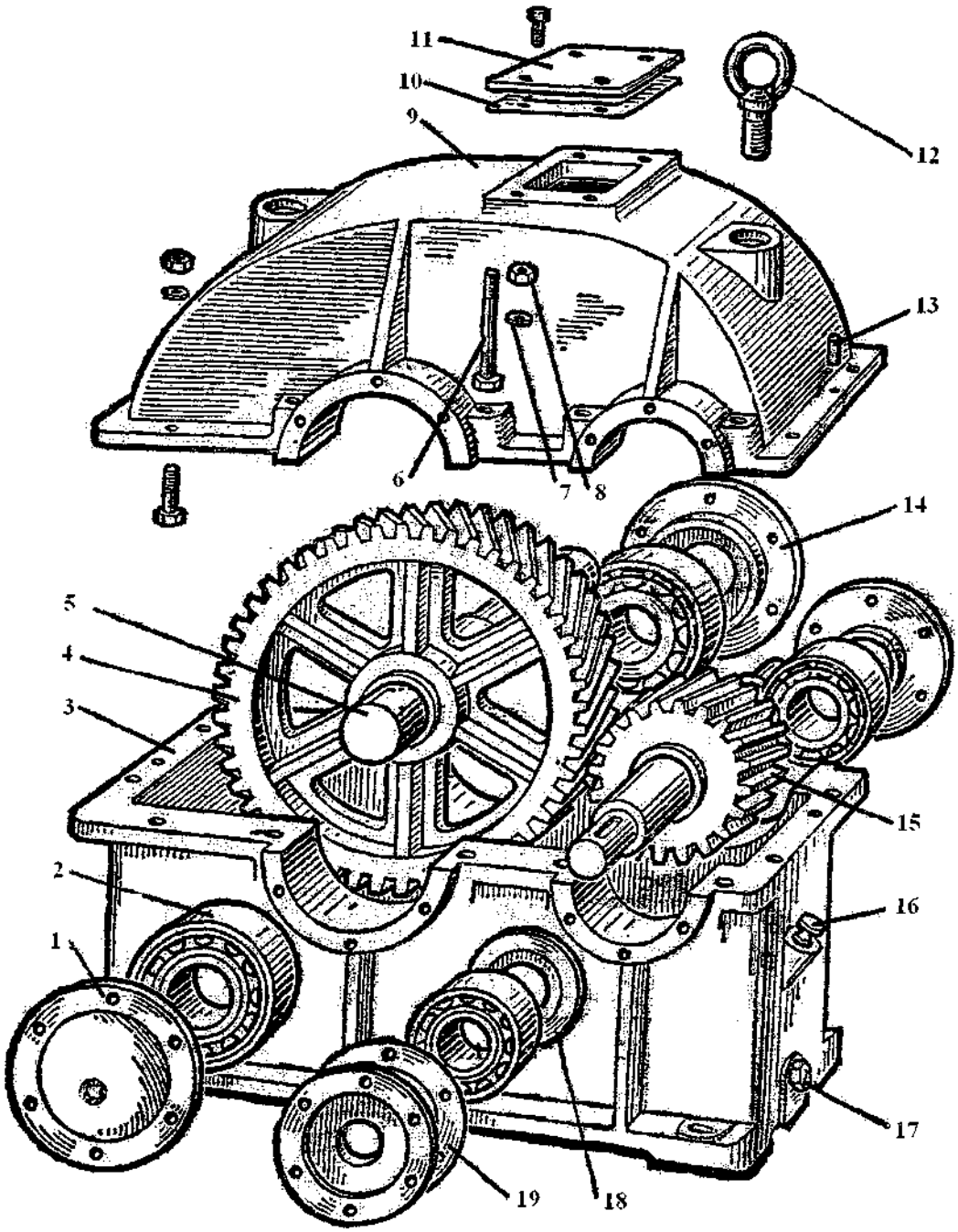


Fig.9.16

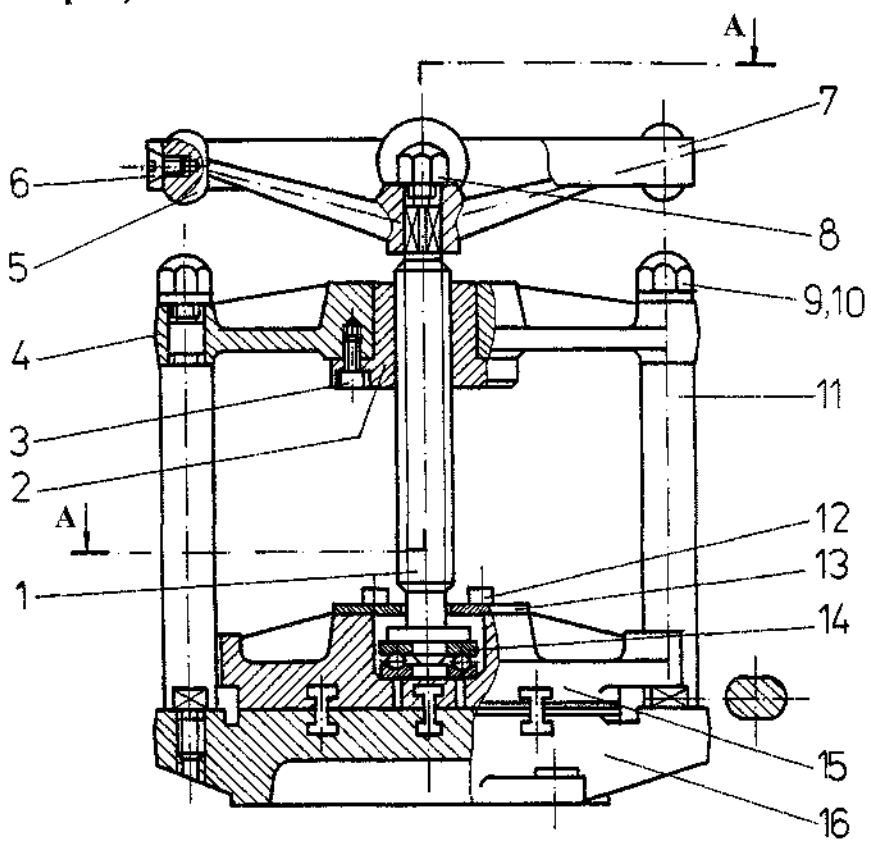
1 - capac rulment; 2 - rulment; 3 - corp reductor; 4 - roată condusă; 5 - arbore condus; 6-şurub; 7 - şaibă; 8 - piuliţă; 9 - capac reductor; 10 -garnitură de etanşare; 11 - capac de vizitare; 12 - inel şurub; 13 - ştift de centrare; 14 - capac rulment; 15 - arbore pinion; 16 - jojă; 17 - dop de golire; 18 - distanţier; 19 - garnitură de etanşare.

10. MECANISME CU ŞURUB ŞI PIULIŢĂ.

10.1 SOLUŢII CONSTRUCTIVE.

10.1.1 Prese cu piuliţă fixă.

10.1.1.1 Presa cu piuliţă fixă cu coloane.



A-A

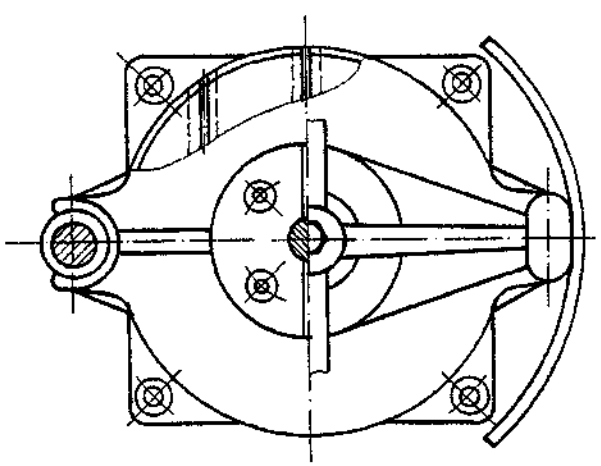
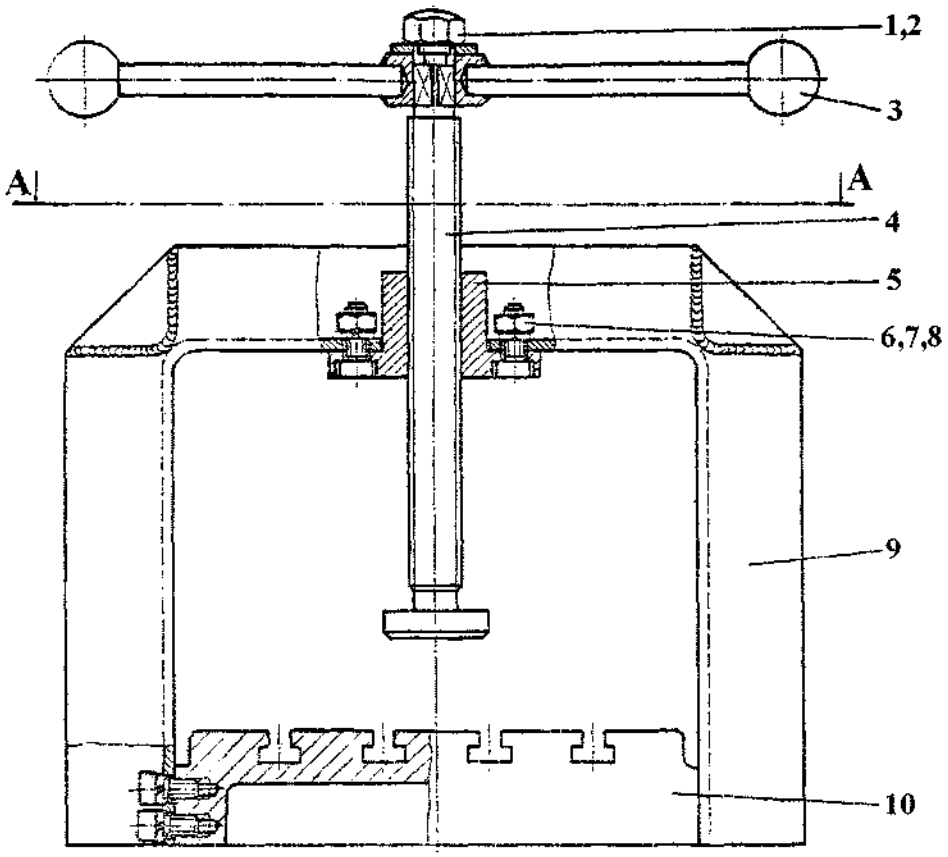


Fig.10.1

1 – şurub de forţă ; 2 – piuliţă fixă ; 3 – şurub de fixare ; 4 – traversă fixă ; 5 – roată de manevră ; 6 – şurub ; 7 – inel de protecţie ; 8 – piuliţă înfundată ; 9 – piuliţă înfundată ; 10 – şaibă ; 11 – coloană; 12 – şurub ; 13 – semişaibă ; 14 – rulment axial ; 15 – traversă mobilă ; 16 – masă.

10.1.1.2 Presă cu piuliţă fixă cu corp din profil laminat.



A-A

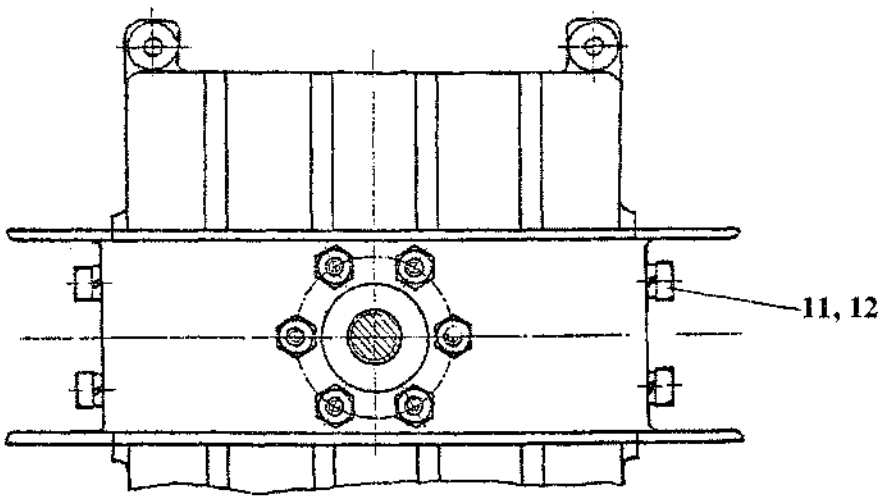


Fig.10.2

1 – piuliţă înfundată ; 2 – şaibă ; 3 – manivelă ; 4 – şurub de forţă ; 5 – piuliţă fixă ; 6 – şurub de fixare ; 7 – piuliţă ; 8 – şaibă ; 9 – corp din profil laminat U ; 10 – masă ; 11 – şurub fixare corp ; 12 – şaibă Grower.

10.1.1.3 Presă cu piuliță fixă cu batiu în consolă.

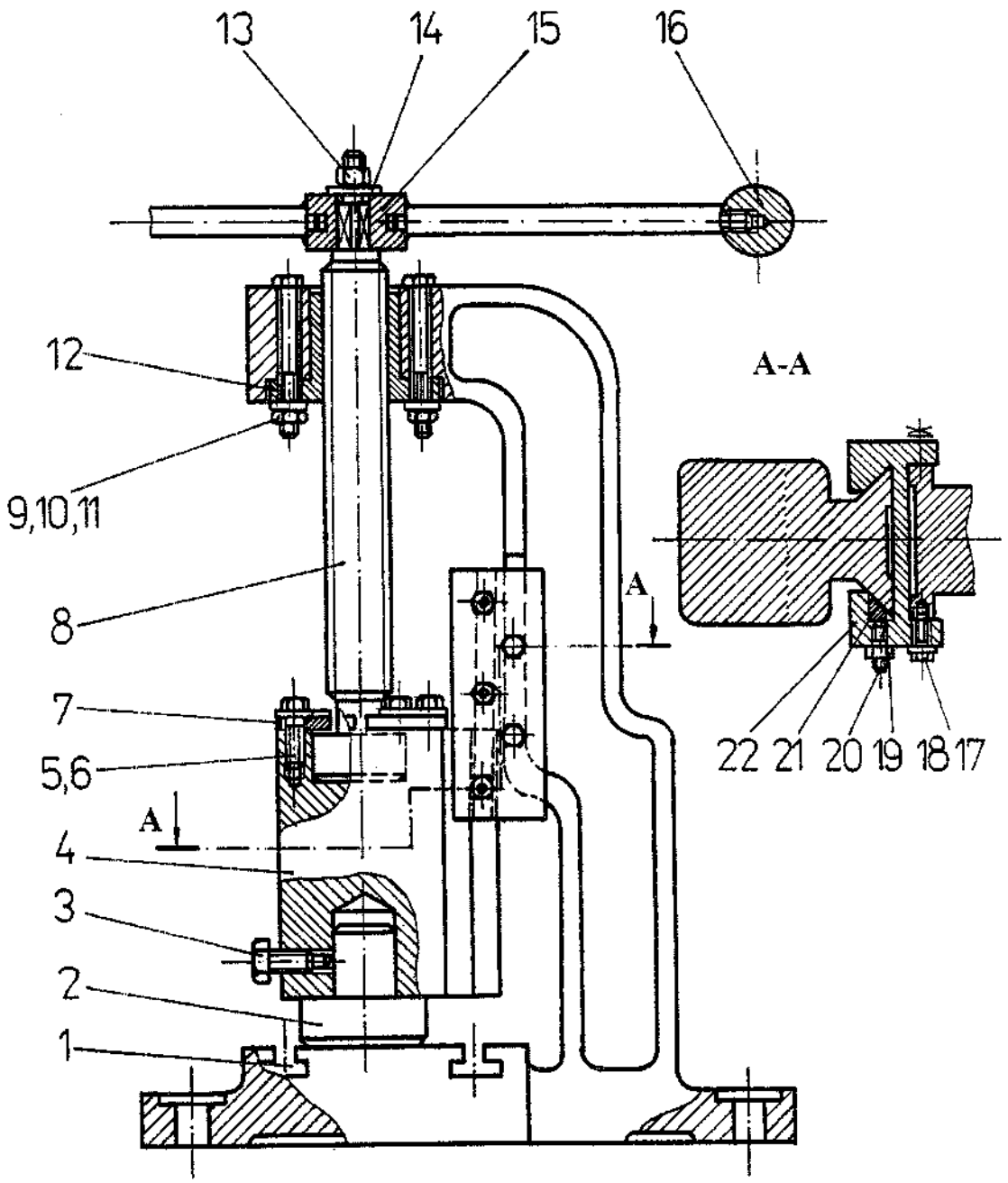


Fig.10.3

1 – batiu în consolă ; 2 – poanson ; 3 – șurub fixare poanson ; 4 – berbec ; 5 – șurub fixare berbec ; 6 – șaibă; 7 – semișaibă ; 8 – șurub de forță ; 9 – șurub fixare piuliță fixă ; 10 – piuliță ; 11 – șaibă ; 12 – piuliță fixă ; 13 – piuliță ; 14 – șaibă ; 15 – manivelă ; 16 – mâner sferic ; 17 – șurub fixare ghidaj ; 18 – șaibă ; 19 – piuliță ; 20 – știft filetat 21 – pană de compensare ; 22 – ghidaj.

10.1.1.4 Presă cu piuliță fixă cu batiu în consolă.

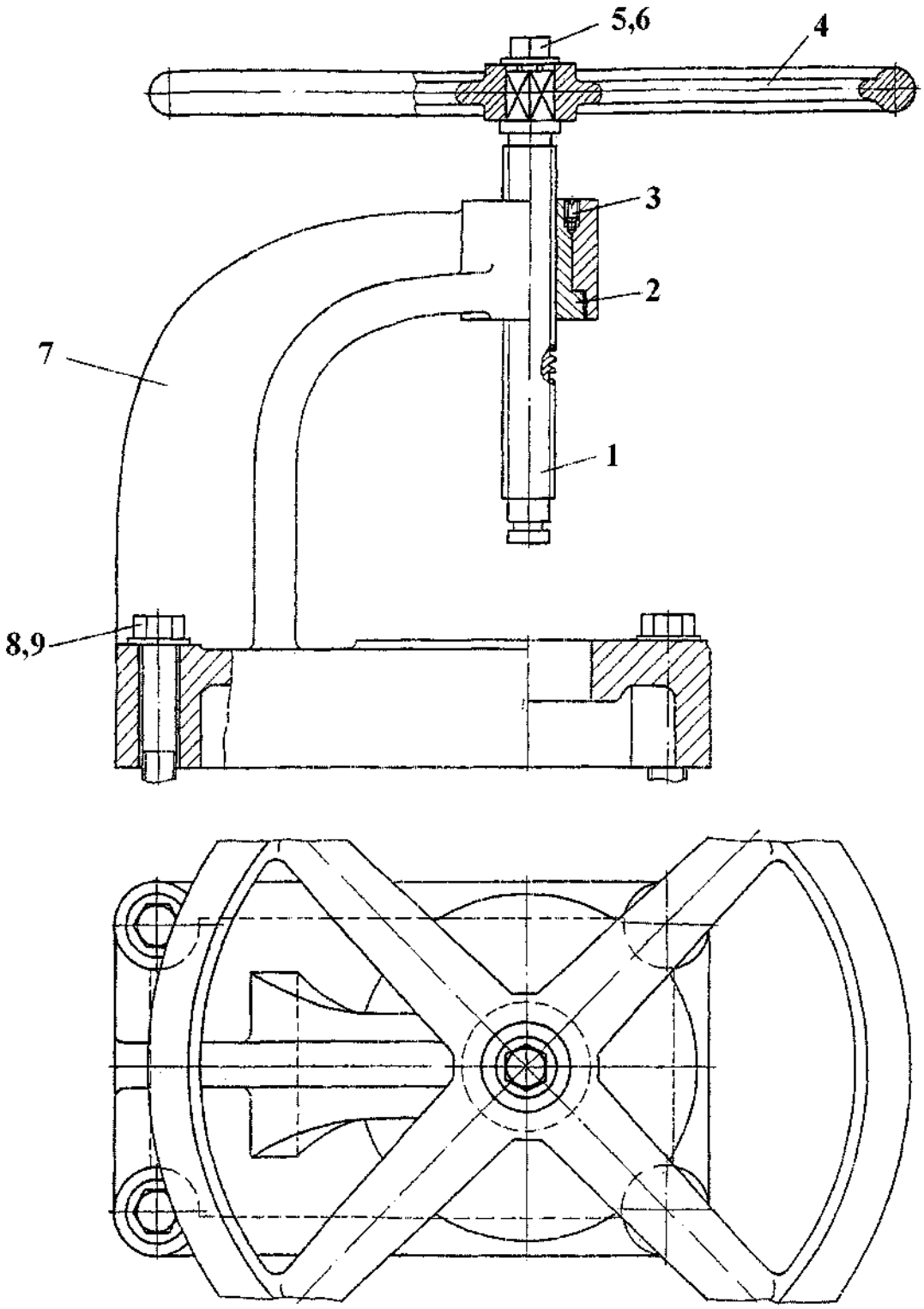


Fig.10.4

1 – șurub de forță ; 2 – piuliță fixă ; 3 – știft filetat ; 4 – roată de manevră ; 5 – șurub fixare roată ; 6 – șaibă ; 7 – batiu în consolă ; 8 – șurub de fundație ; 9 – șaibă.

10.1.2 Prese cu piuliță rotitoare.

10.1.2.1 Presă cu piuliță rotitoare cu două coloane.

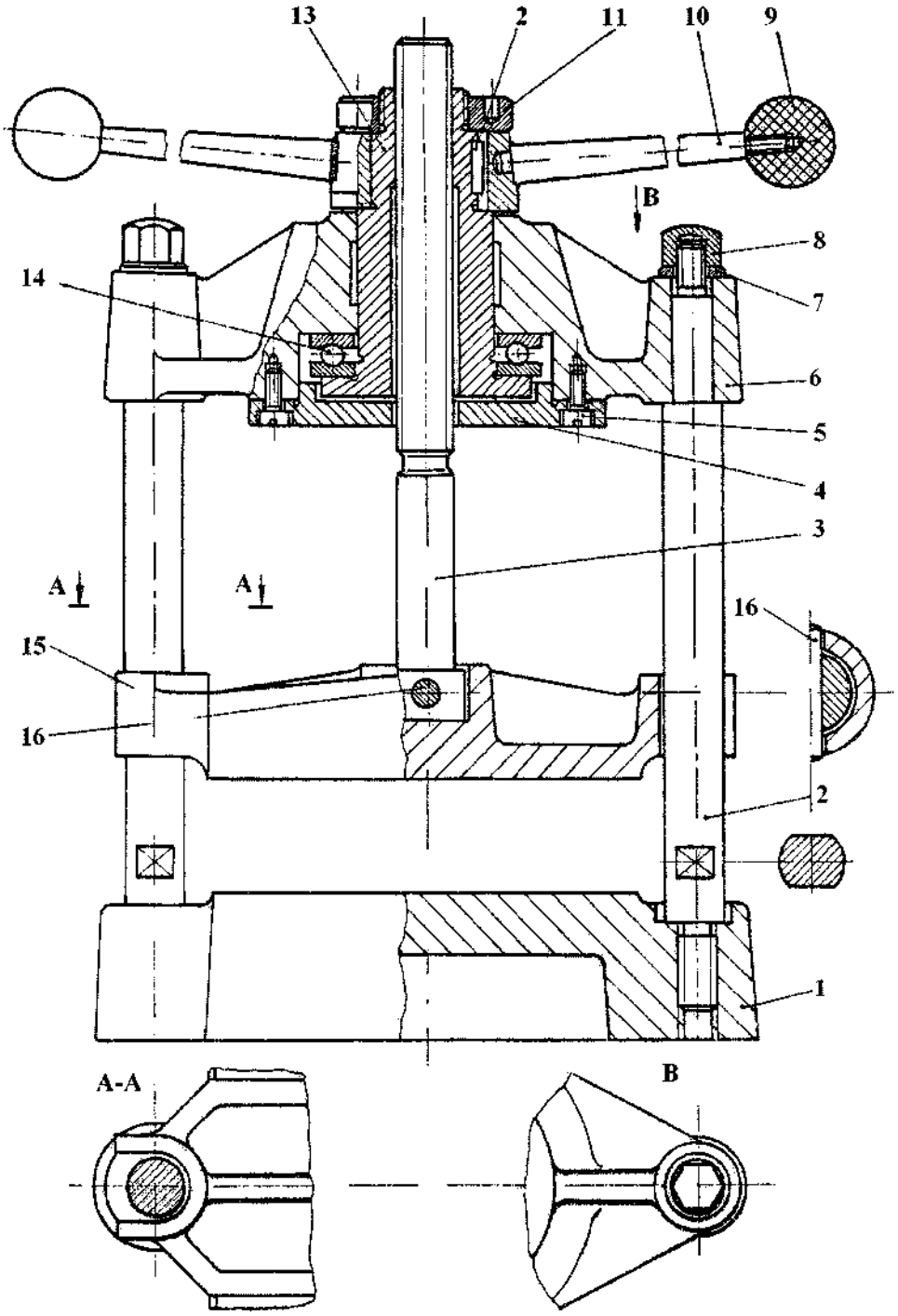


Fig.10.5

1 – masă ; 2 – coloană ; 3 – şurub de forţă ; 4 – capac ; 5 – şurub ; 6 – traversă fixă ; 7 – şaibă ; 8 – piuliţă înfundată ; 9 – mâner sferic ; 10 – manivelă ; 11 – piuliţă rotundă cu găuri frontale ; 12 – pană ; 13 – piuliţă rotitoare ; 14 – rulment axial ; 15 – traversă mobilă ; 16 – ştift .

10.1.2.2 Presă cu piuliță rotitoare cu batiu în consolă.

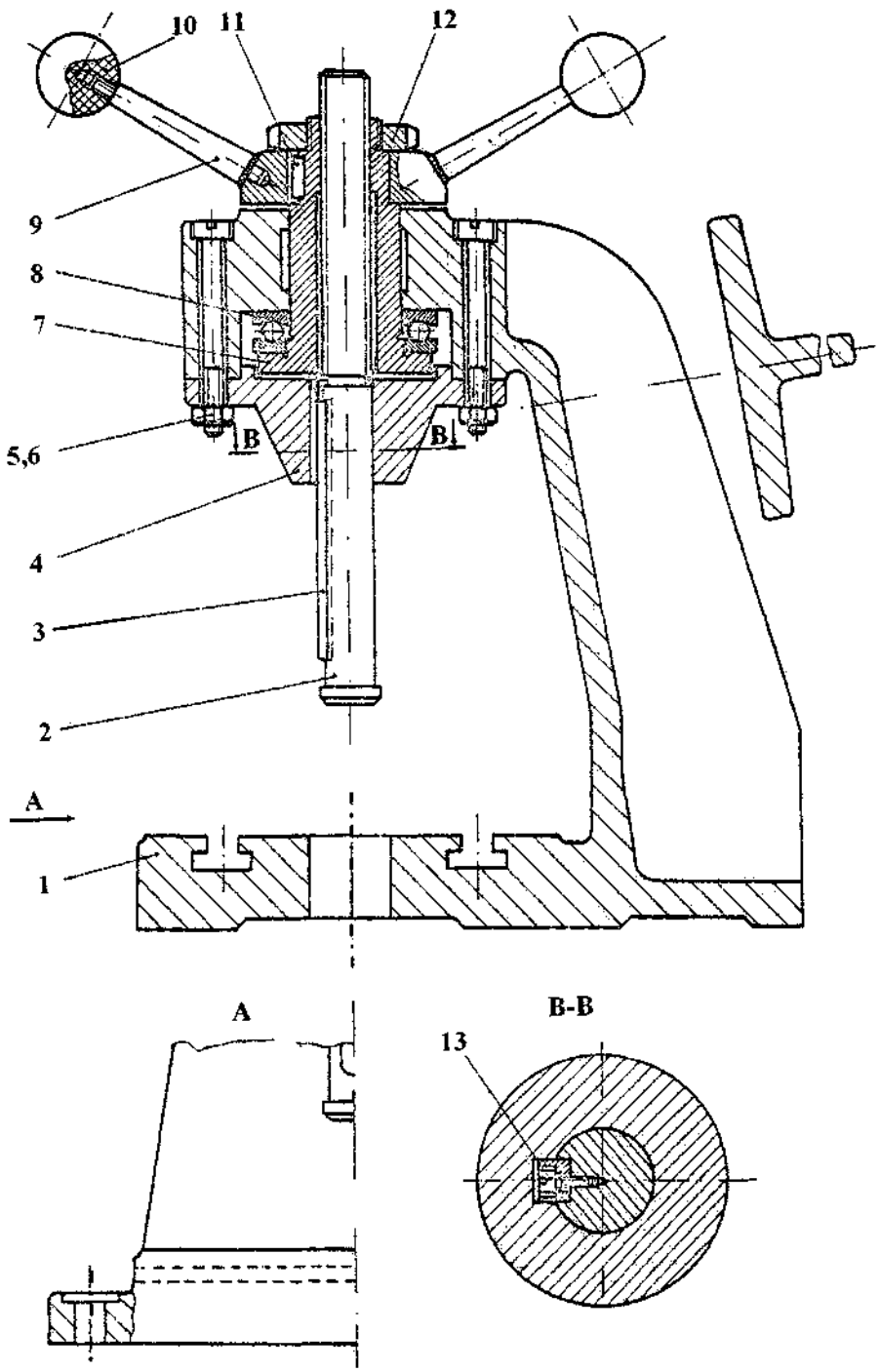


Fig.10.6

1 – batiu ; 2 – șurub de forță ; 3 – pană de ghidare ; 4 – capac ; 5 – șurub de fixare ; 6 – piuliță ; 7 – piuliță rotitoare ; 8 – rulment axial ; 9 – manovelă ; 10 – mâner sferic ; 11 – pană ; 12 – piuliță rotundă cu caneluri; 13 – șurub fixare pană de ghidare .

10.1.2.3 Presă de banc pentru piese de dimensiuni mici.

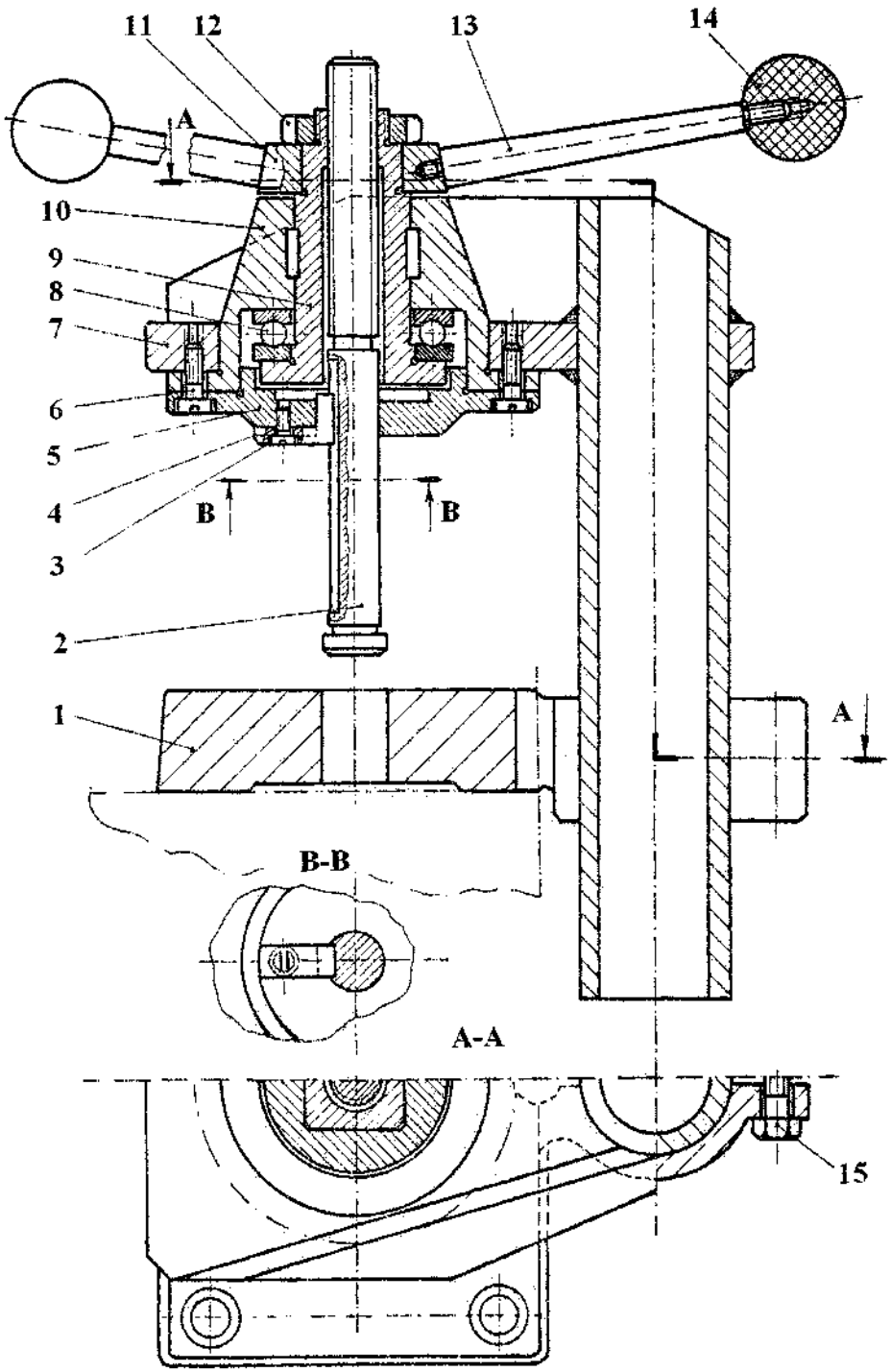


Fig.10.7

1 – masă ; 2 – şurub de forţă ; 3 – şurub fixare pană de ghidare ; 4 – pană de ghidare ; 5 – capac ; 6 – şurub fixare capac ; 7 – corp sudat ; 8 – rulment axial ; 9 – piuliţă rotitoare ; 10 – casetă piuliţă rotitoare ; 11 – butuc ; 12 – piuliţă rotundă cu caneluri ; 13 – manivelă ; 14 – mâner sferic ; 15 – şurub fixare masă.

10.1.3 Cric cu piuliţă fixă.

10.1.3.1 Cric cu piuliţă fixă, cu corp turnat şi manivelă.

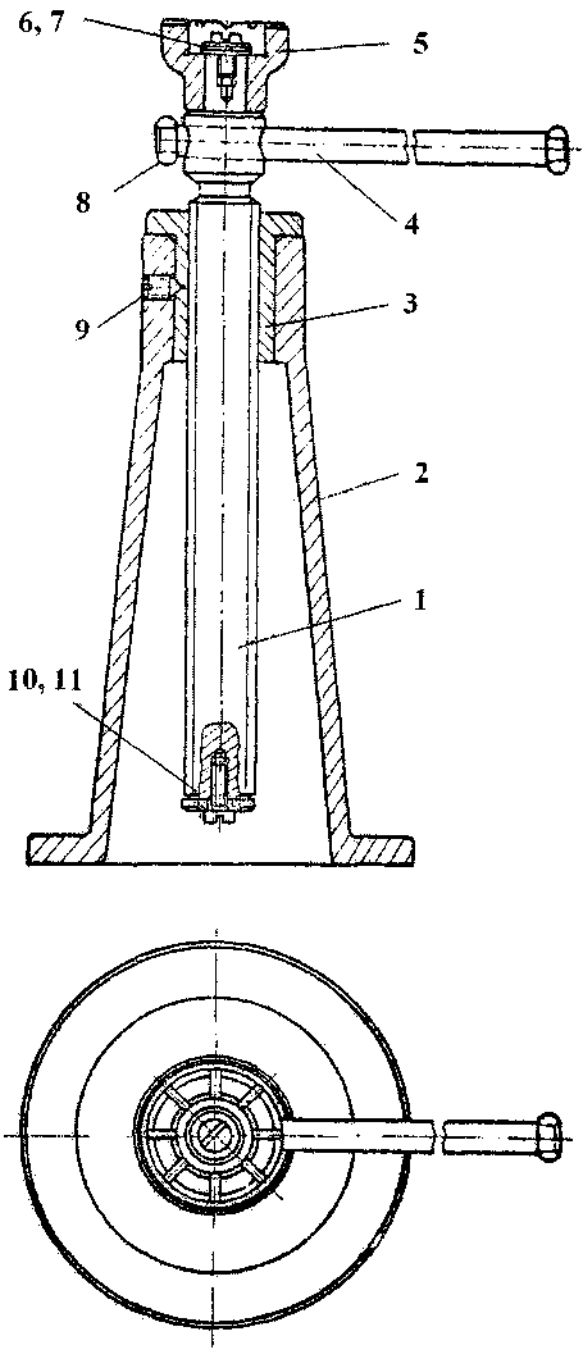


Fig.10.8

1 – şurub de forţă ; 2 – corp turnat ; 3 – piuliţă fixă; 4 – manivelă ; 5 – cupă ; 6 – şurub fixare cupă ;7 – şaibă; 8 – mâner ; 9 – ştift filetat ; 10 şurub ; 11 – şaibă limitare cursă .

10.1.3.2 Cric cu piuliţă fixă, cu corp sudat şi manivelă.

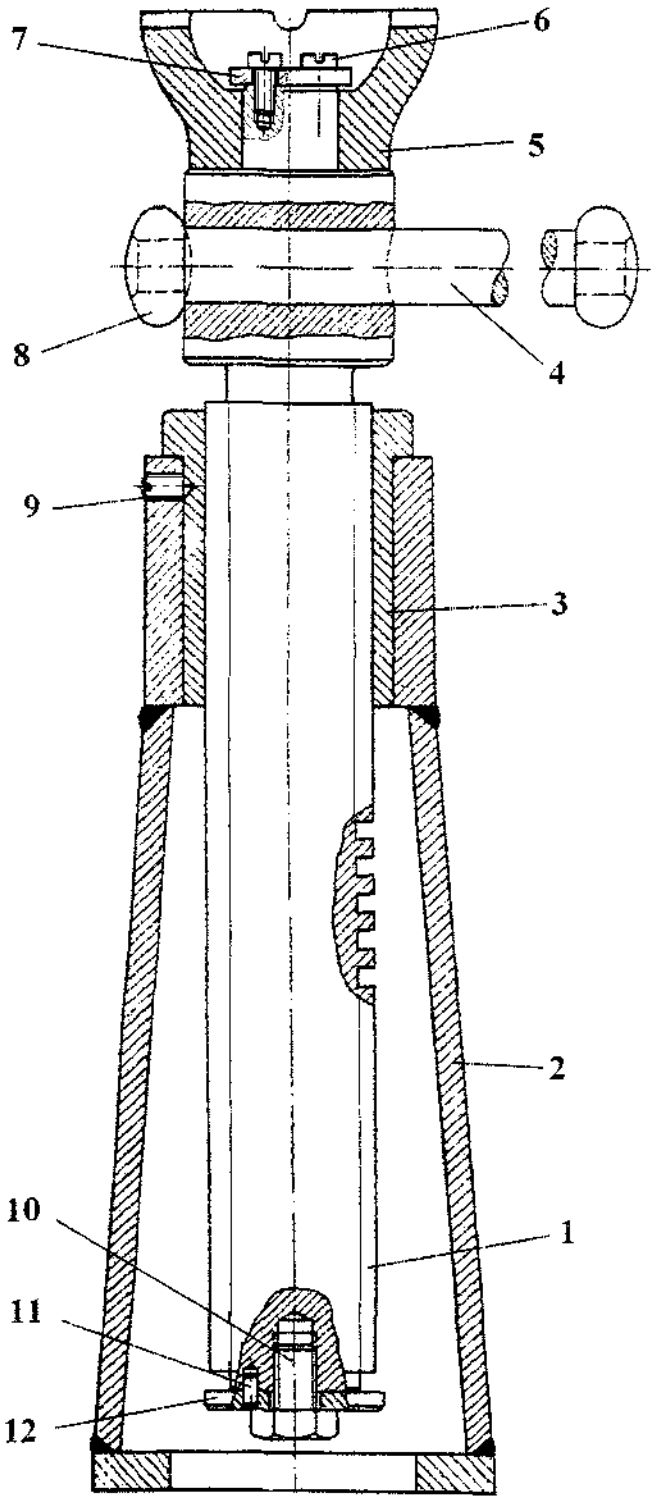


Fig. 10.9

1 – şurub de forţă ; 2 – corp sudat ; 3 – piuliţă fixă; 4 – manivelă ; 5 – cupă ; 6 – şurub fixare cupă ;7 – şaibă; 8 – mâner ; 9 – ştift filetat ; 10 şurub ; 11 – ştift ;12 – şaibă limitare cursă.

10.1.3.3 Cric cu piuliță fixă, pentru sarcini mari.

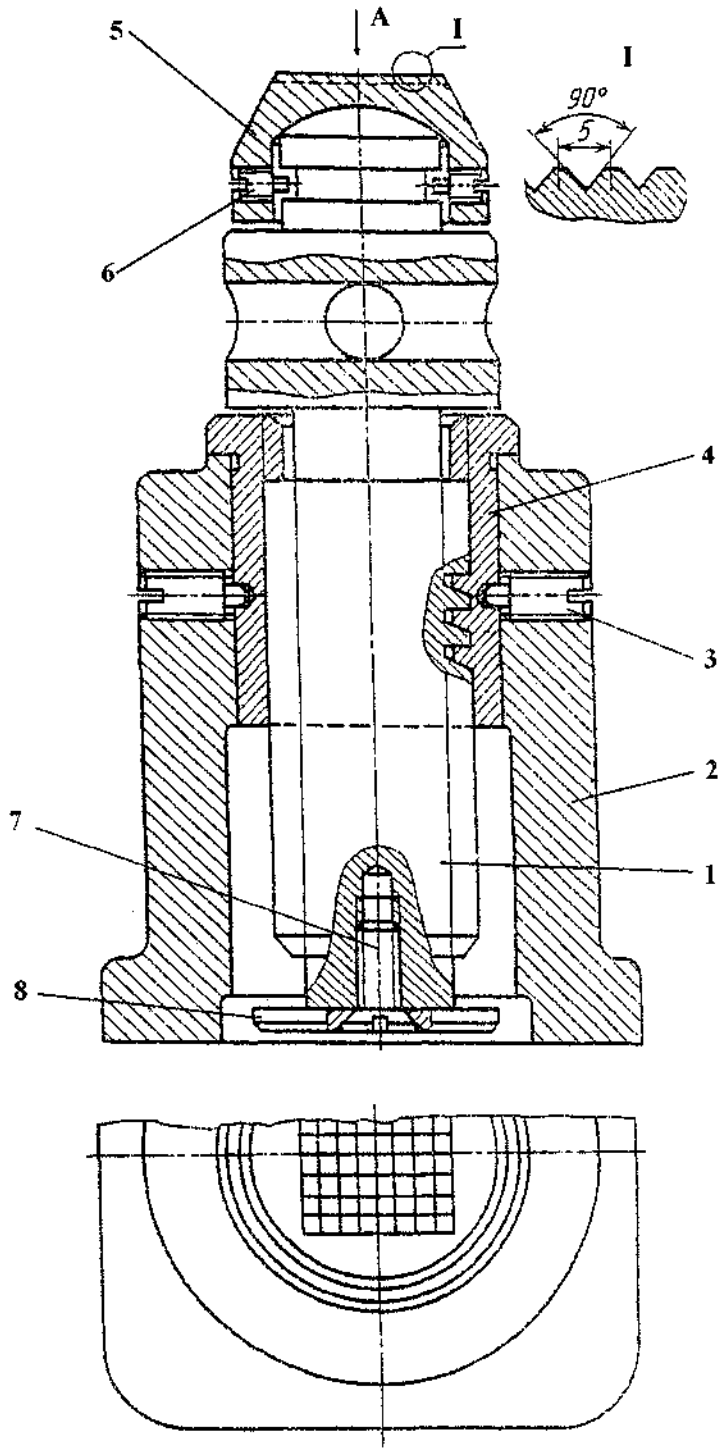


Fig.10.10

1 – şurub de forță ; 2 – corp turnat ; 3 – ştift filetat cu cep ; 4 – piuliță fixă ; 5 – cupă ; 6 – ştift filetat cu cep ; 7 – şurub ; 8 – şaibă limitare cursă.

10.1.3.4 Cric cu piuliţă fixă, acţionat prin clichet vertical.

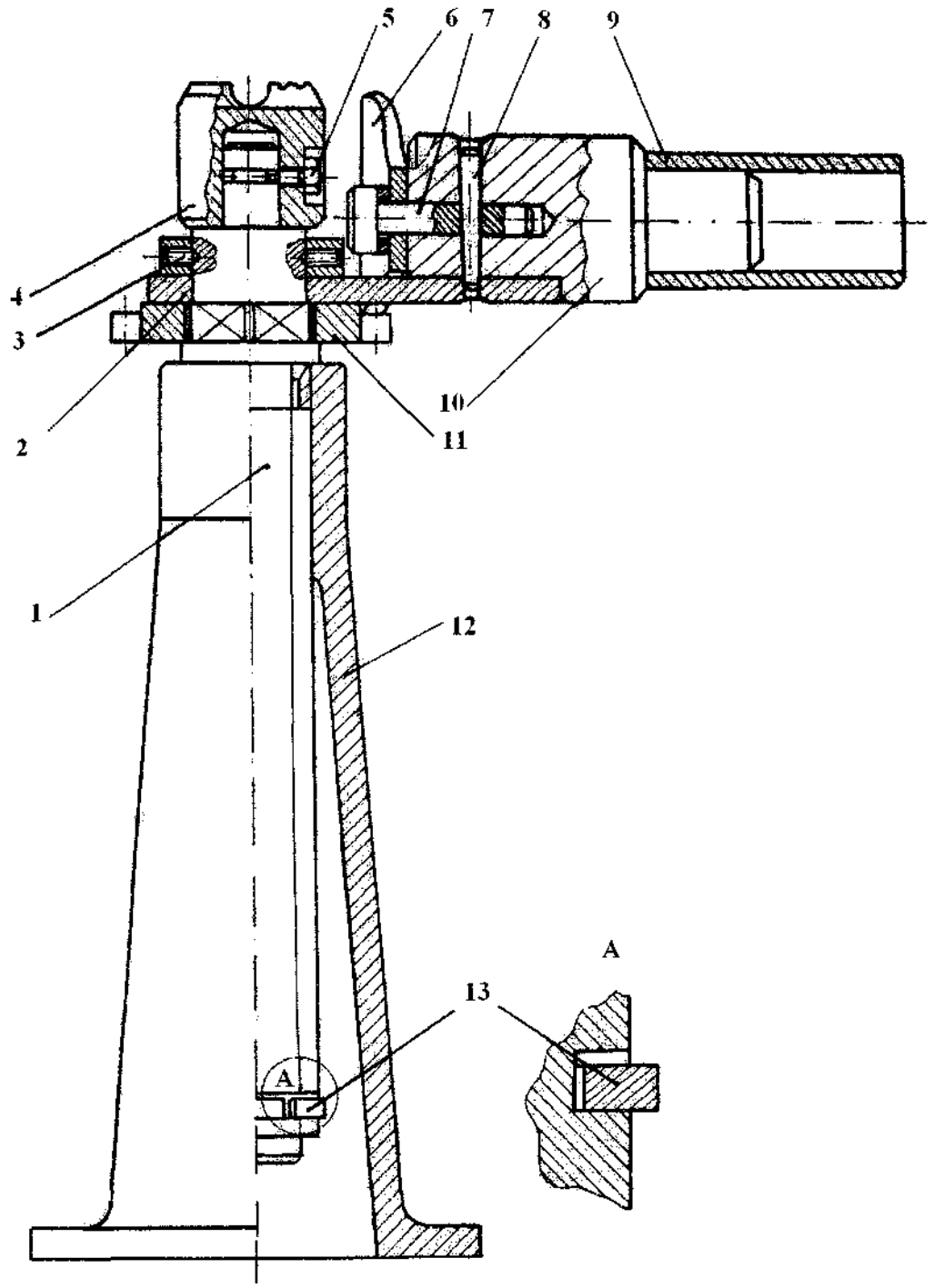


Fig.10.11

1 – şurub de forţă ; 2 – placă manivelă ; 3 – ştift filetat ; 4 – cupă ; 5 – şurub cu cep ; 6 – clichet vertical ; 7 – bolţ ; 8 – ştift conic ; 9 – prelungitor ; 10 – manivelă ; 11 – roată de clichet ; 12 – corp turnat ; 13 – inel elastic de limitare a cursei.

10.1.3.5 Cric cu piuliță fixă, acționat prin clichet orizontal.

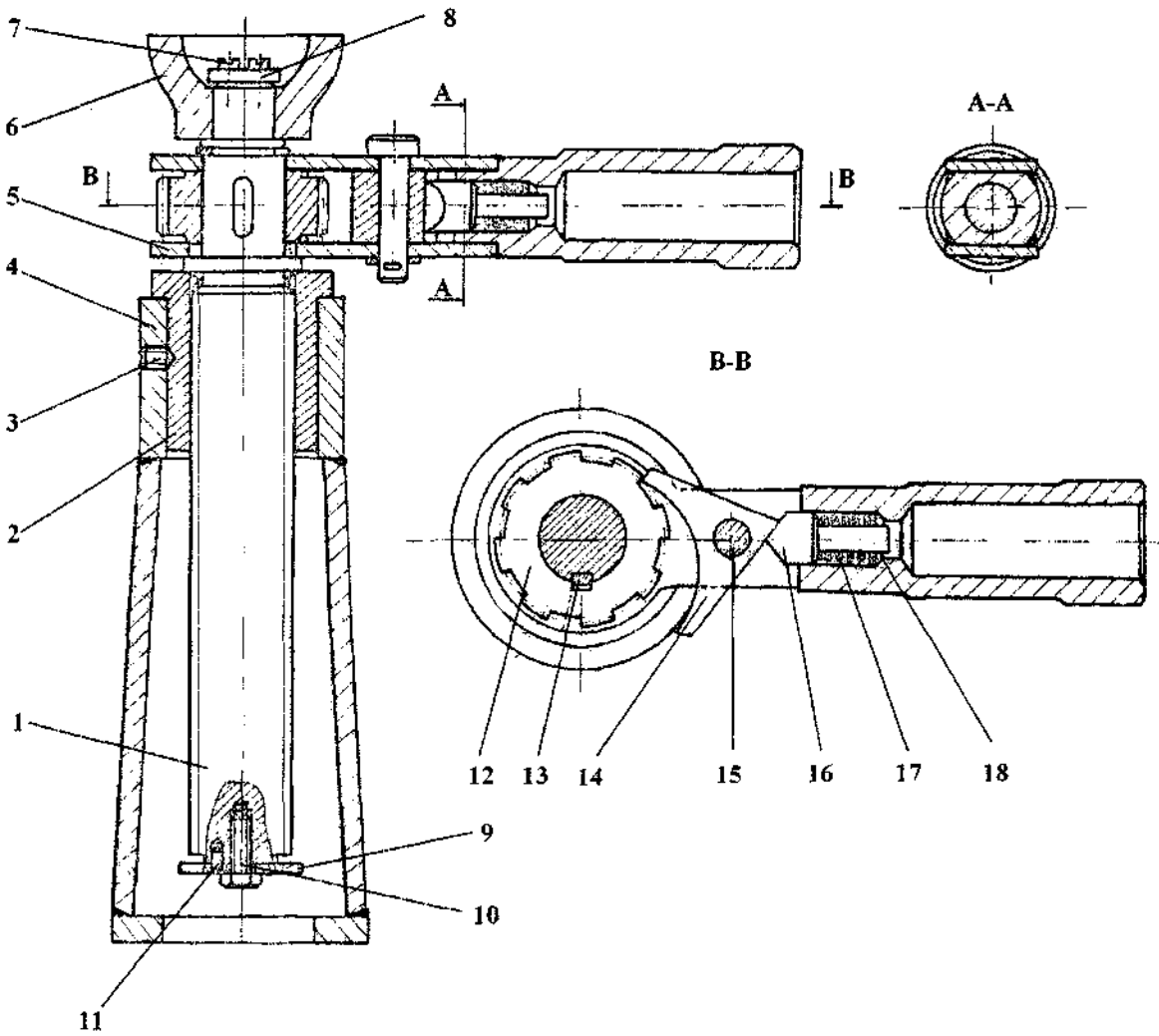


Fig.10.12

1 – şurub de forţă ; 2 – piuliţă fixă ; 3 – ştift filetat ; 4 – corp sudat ; 5 – placă mecanism acţionare ; 6 – cupă ; 7 – şurub ; 8 – şaibă ; 9 – şaibă ; 10 – şurub ; 11 – ştift ; 12 – roată de clichet ; 13 – pană ; 14 – clichet orizontal ; 15 – bolţ ; 16 – indexor ; 17 – arc ; 18 – placă arc .

10.1.3.6 Cric dublu.

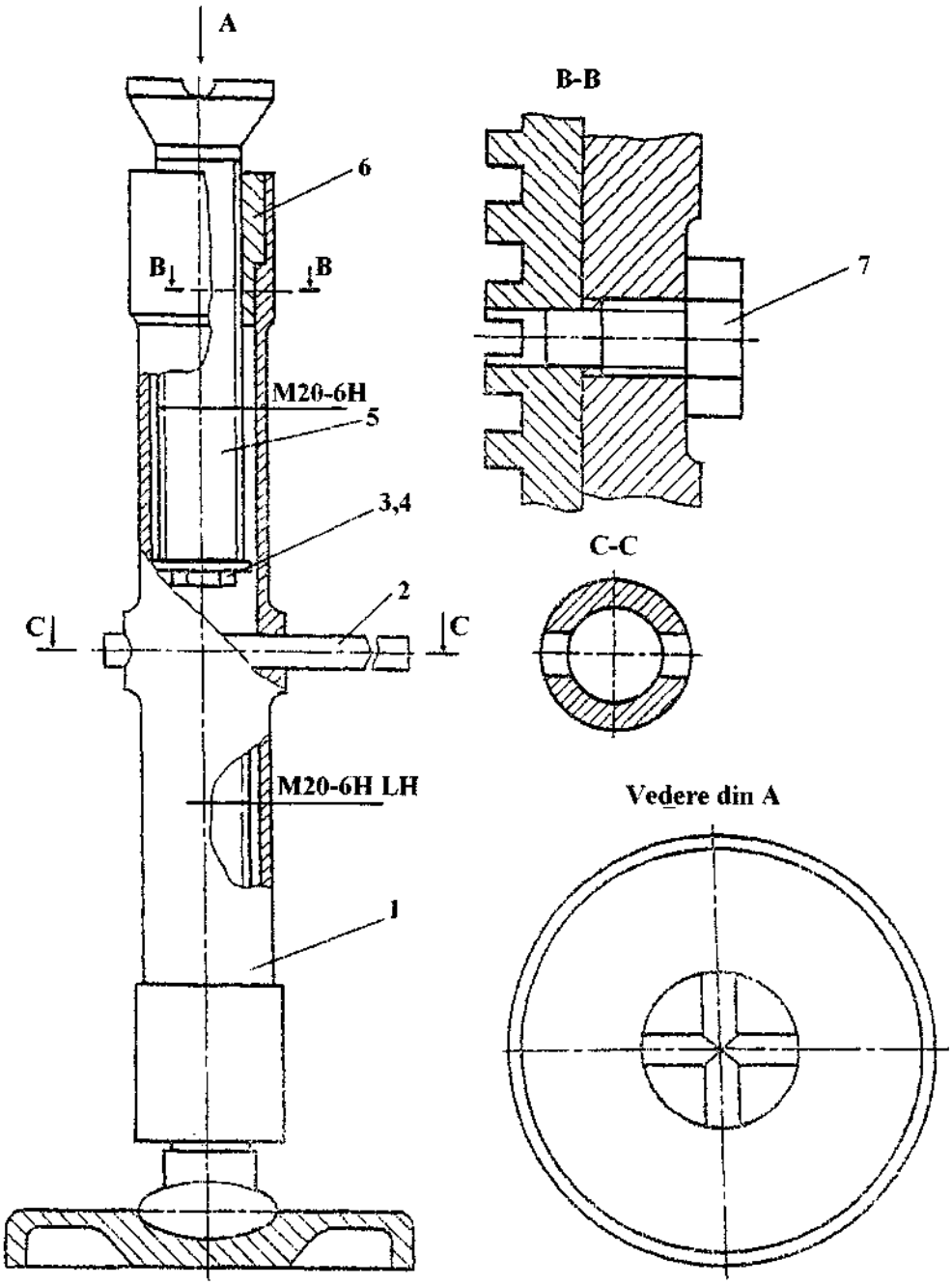


Fig.10.13

1 – corp cric ; 2 – manivelă ; 3 – şurub limitare cursă ; 4 – şaibă ; 5 – şurub de forţă ; 6 – piuliţă fixă ; 7 – şurub cu cep .

10.1.4 Cricuri cu piuliţă rotitoare.

10.1.4.1 Cric cu piuliţă rotitoare, cu corp turnat şi clichet vertical.

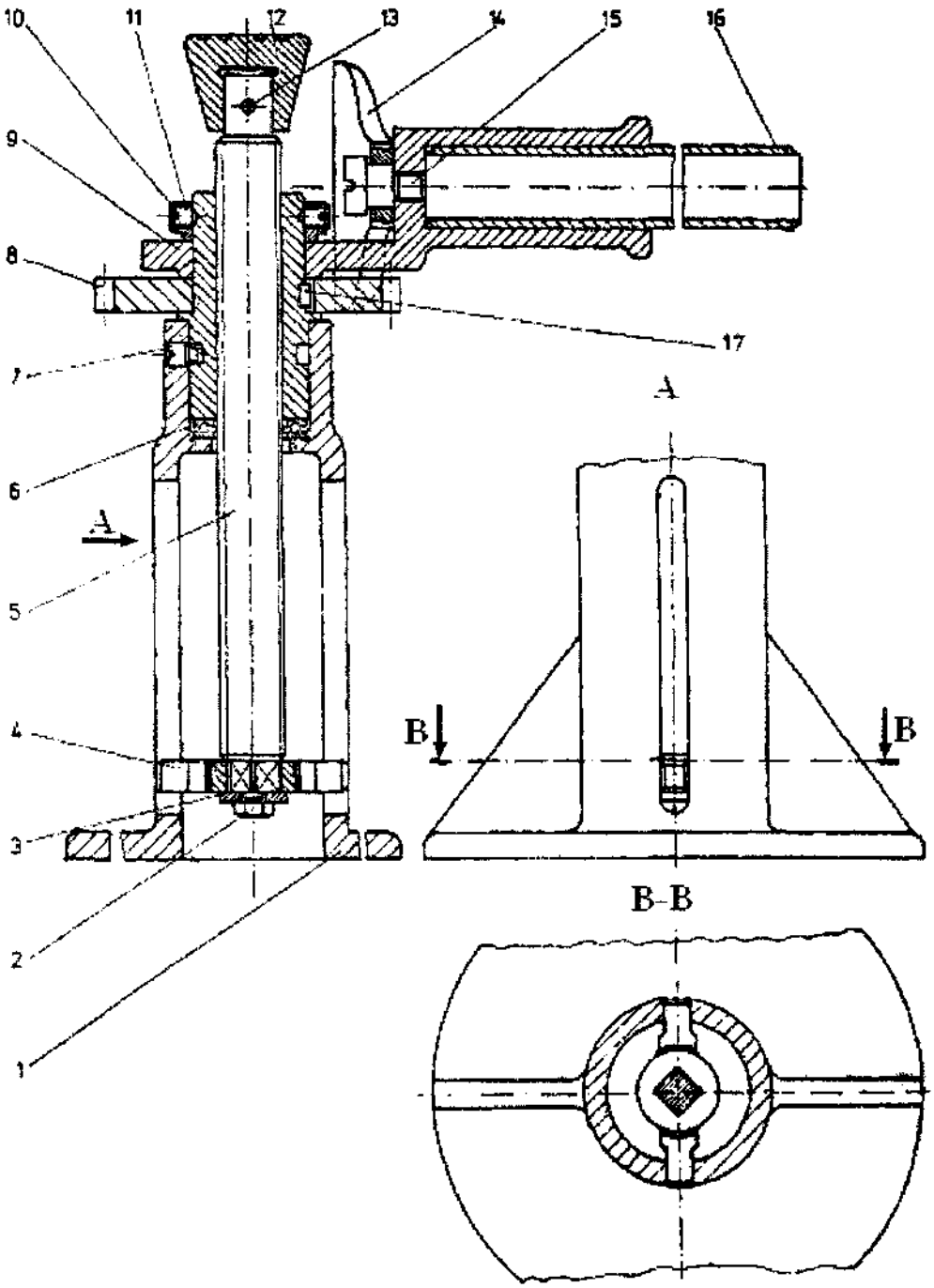


Fig.10.14

1 – corp cric ; 2 – şurub ; 3 – şaibă ; 4 – pană specială ; 5 – şurub de forţă ; 6 – rulment axial ; 7 – ştift filetat cu cep cilindric ; 8 – roată de clichet ; 9 – manivelă ; 10 – ştift filetat cu cep conic ; 11 – inel ; 12 – cupă ; 13 – ştift ; 14 – clichet vertical ; 15 – bolţ special ; 16 – prelungitor ; 17 – pană .

10.1.4.2 Cric cu piuliță rotitoare, cu corp sudat și clichet orizontal.

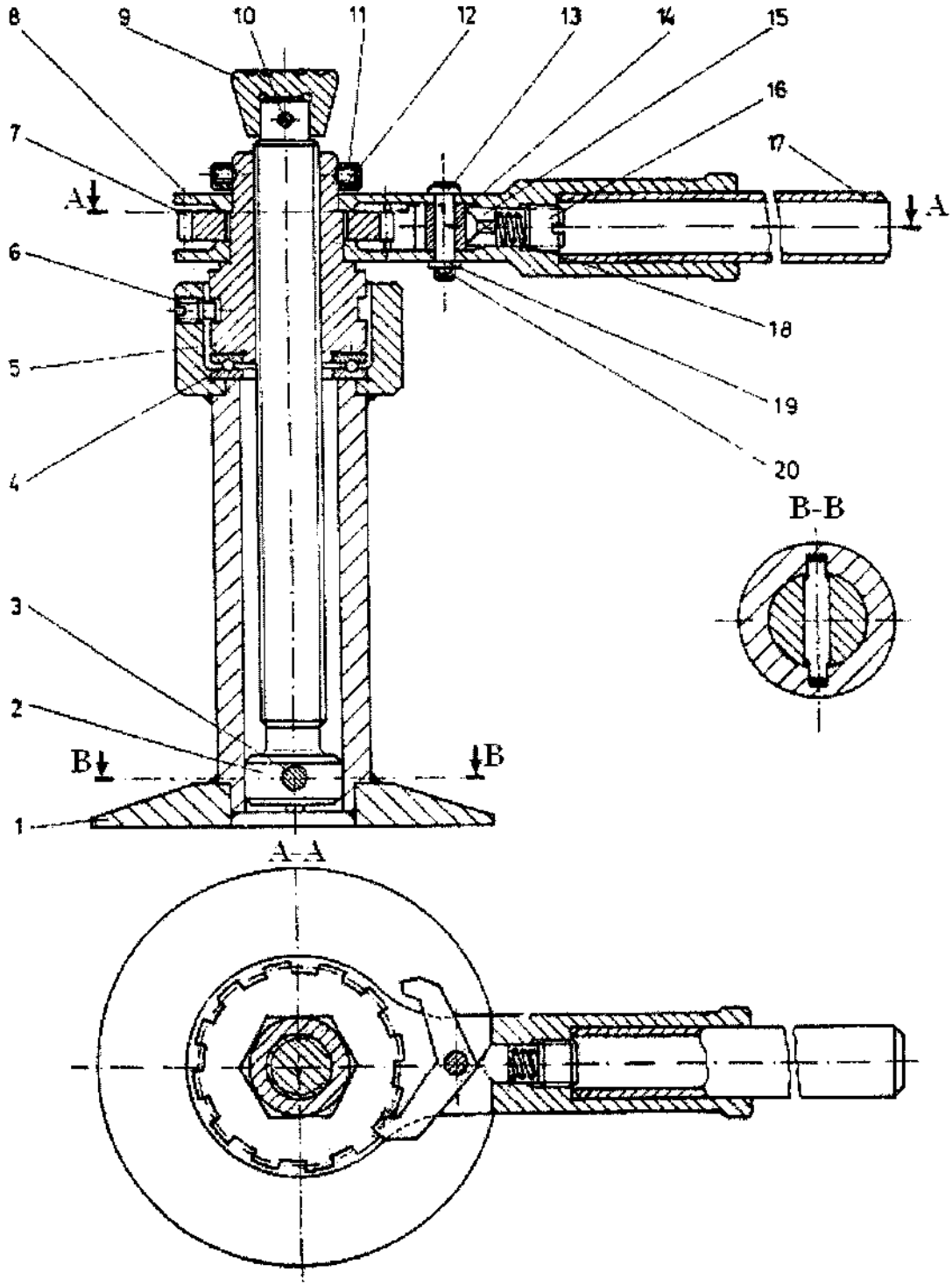


Fig.10.15

1 – corp sudat ; 2 – șurub de forță ; 3 – știft ; 4 – rulment axial ; 5 – piuliță rotitoare ; 6 – știft filetat cu cep cilindric ; 7 – roată de clichet ; 8 – manivelă ; 9 – cupă ; 10 – știft ; 11 – inel ; 12 – știft filetat cu cep conic ; 13 – bolț ; 14 – clichet orizontal ; 15 – indexor ; 16 – știft filetat ; 17 – prelungitor ; 18 – arc ; 19 – șaibă ; 20 – șplint .

10.1.4.3 Cric cu piuliţă rotitoare, cu corp sudat şi clichet orizontal.

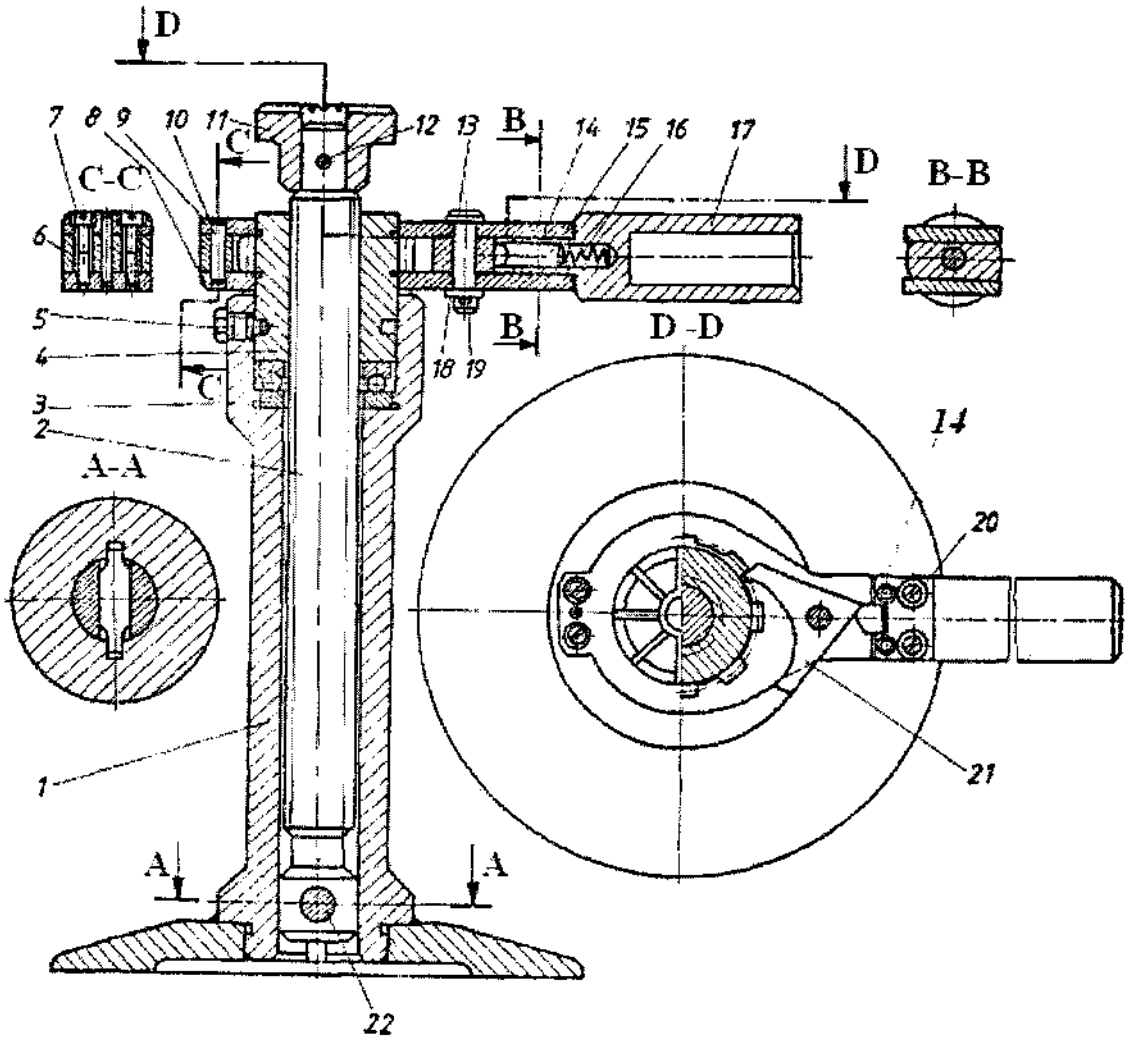
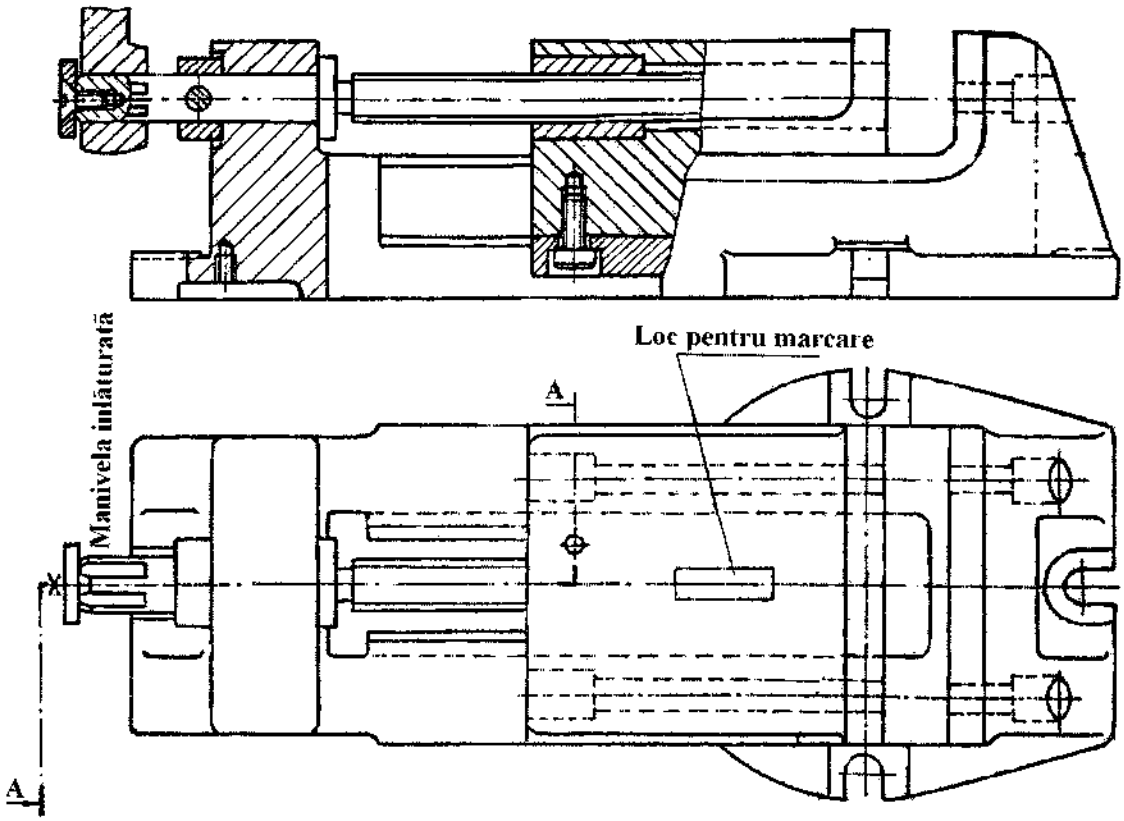


Fig.10.16

1 – corp cric ; 2 – şurub de forţă ; 3 – rulment axial ; 4 – piuliţă rotitoare ; 5 – şurub cu cep cilindric ; 6 – distanţier ; 7 – şurub ; 8,9 – placă manivelă ; 10 – ştift ; 11 – cupă ; 12 – ştift ; 13 – bolţ ;14-ştift; 15 – indexor ; 16 – arc ; 17 – manivelă ; 18 – şaibă ; 19 – şplint ; 20 – şurub ; 21 – clichet orizontal ; 22 – bolţ .

10.1.5 Menghine.

10.1.5.1 Menghină paralelă cu falcă fixă.



A-A

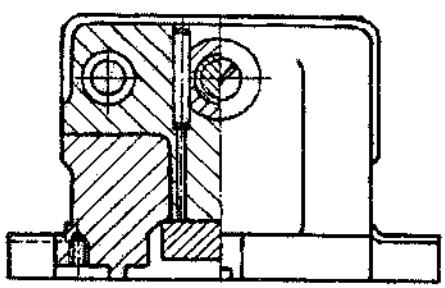


Fig.10.17

10.1.5.2 Menghină cu şurub rotitor şi falcă fixă.

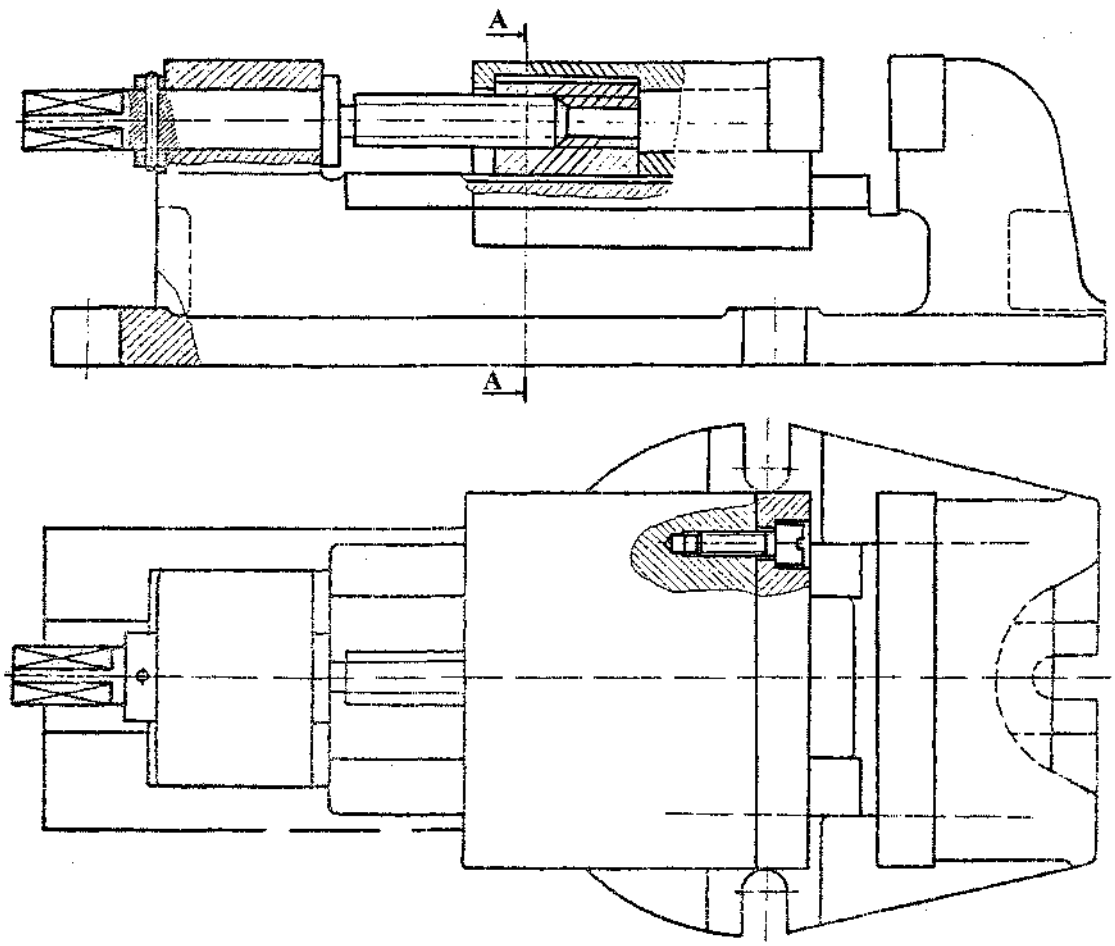


Fig.10.18

10.1.6 Extractoare.

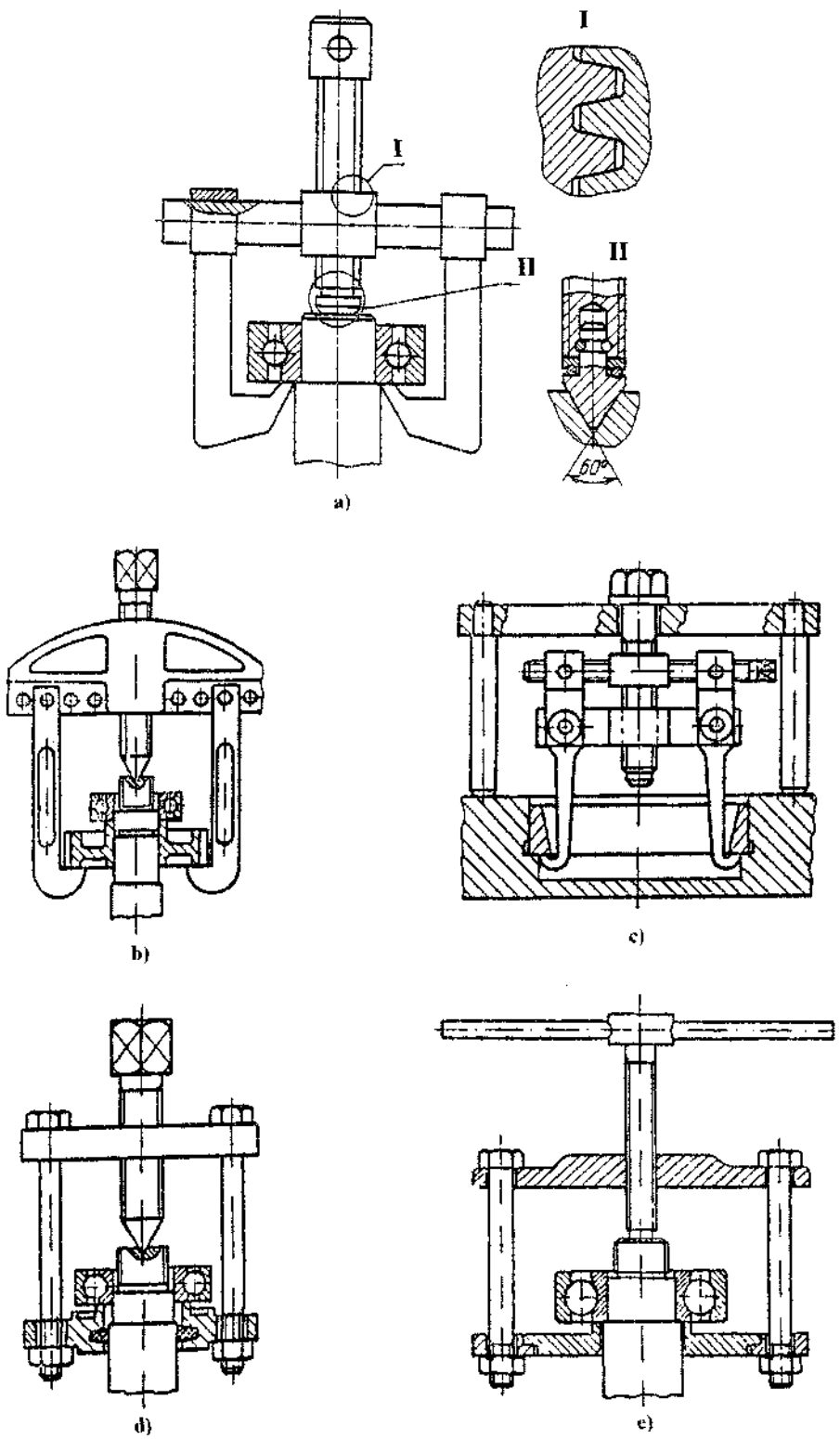
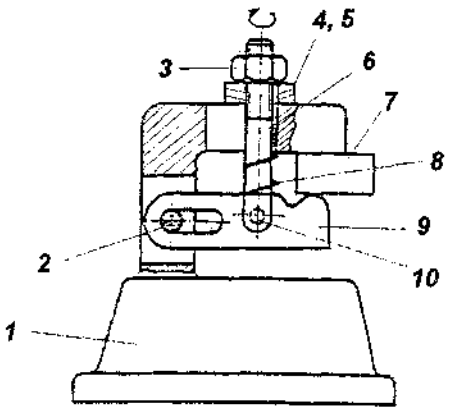


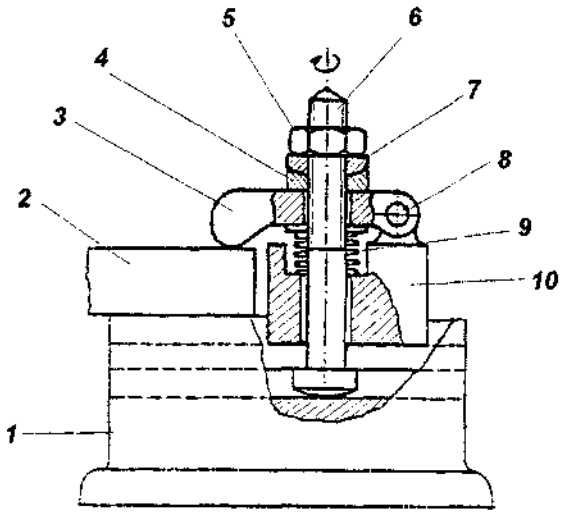
Fig.10.19

10.1.7 Dispozitive de fixare şi poziţionare.



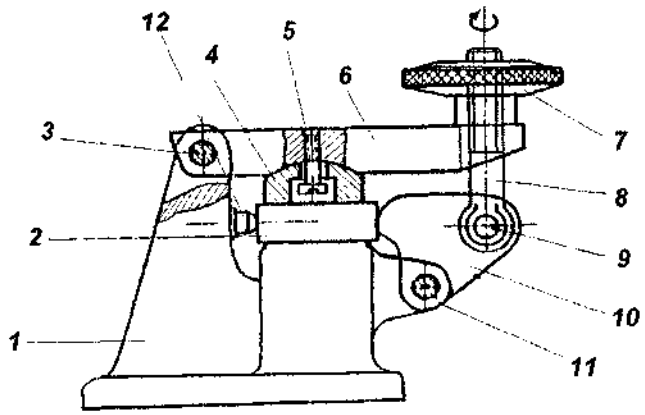
1 - corp; 2 - bolţ; 3 - piuliţă;
4, 5 - şaibe speciale;6 - şurub;
7 - piesă; 8 - arc; 9 - bridă; 10 - bolţ

a)



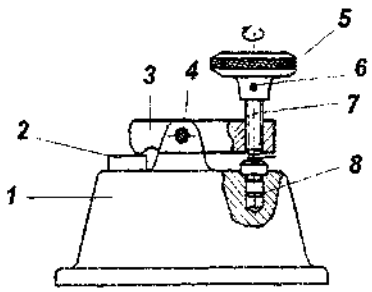
1 - corp; 2 - piesă; 3 - bridă;
4, 7 - şaibe speciale;5 - piuliţă;
6 - şurub; 8 - bolţ; 9 - arc; 10 - suport.

b)



1 - corp, 2 - piesă; 3 - bolţ; 4 - poanson;
5 - şurub; 6 - bridă; 7 - piuliţă; 8 - şurub;
9 - bolţ; 10 - camă; 11 - bolţ; 12 - cep.

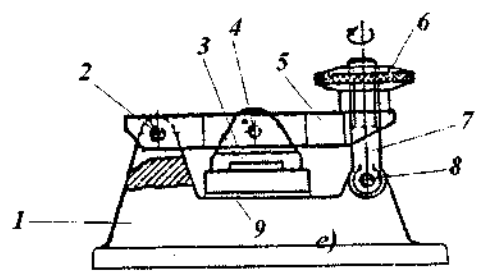
c)



1 - corp; 2 - piesă; 3 - bridă; 4 - bolţ;
5 - rozetă; 6 - ştift; 7 - şurub; 8 - cep.

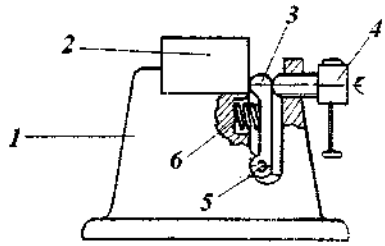
d)

Fig.10.20



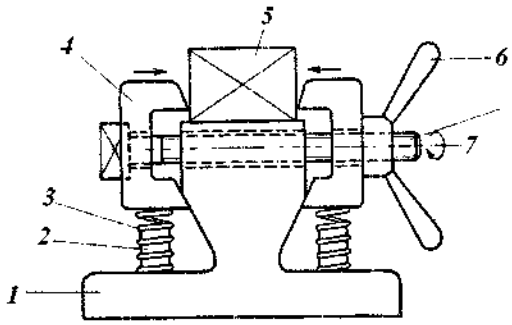
1 - corp; 2 - bolț; 3 - poanson; 4 - bolț; 5 - bridă; 6 - piuliță; 7 - șurub; 8 -bolț; 9 -piesă.

e)



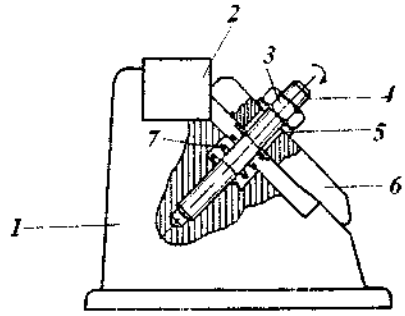
1 - corp; 2 - piesă; 3 - bridă; 4 - șurub cu manivelă; 5 - bolț; 6 - arc.

f)



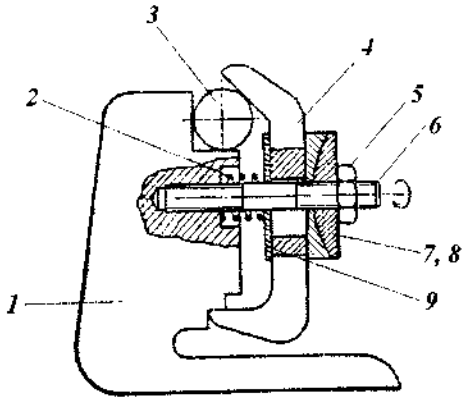
1 - corp; 2 - dorn; 3 - arc; 4 - bridă; 5 - piesă; 6 - manivelă; 7 - șurub.

g)



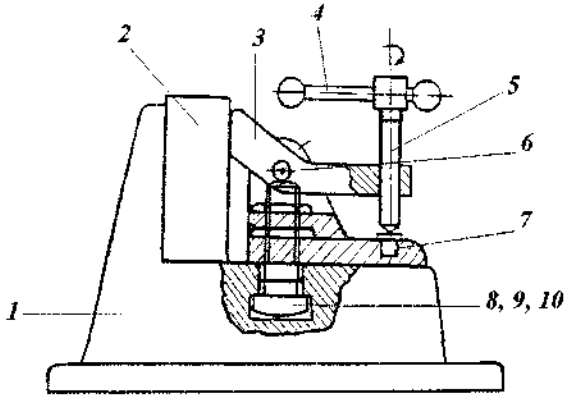
1 - corp; 2 - piesă; 3 - piuliță; 4 - șurub; 5 - șaibă; 6 - bridă; 7 - arc.

h)



1 - corp; 2 - arc; 3 - piesă; 4 - bridă; 5 - piuliță; 6 - șurub; 7,8 - șaibe speciale; 9 - șaibă.

i)



1 - corp; 2 - piesă; 3 - bridă; 4 - manivelă; 5 - șurub; 6 - bolț; 7 - cep; 8 - șurub; 9 - piuliță; 10- șaibă.

j)

Fig.10.20

10.1.8 Ancore.

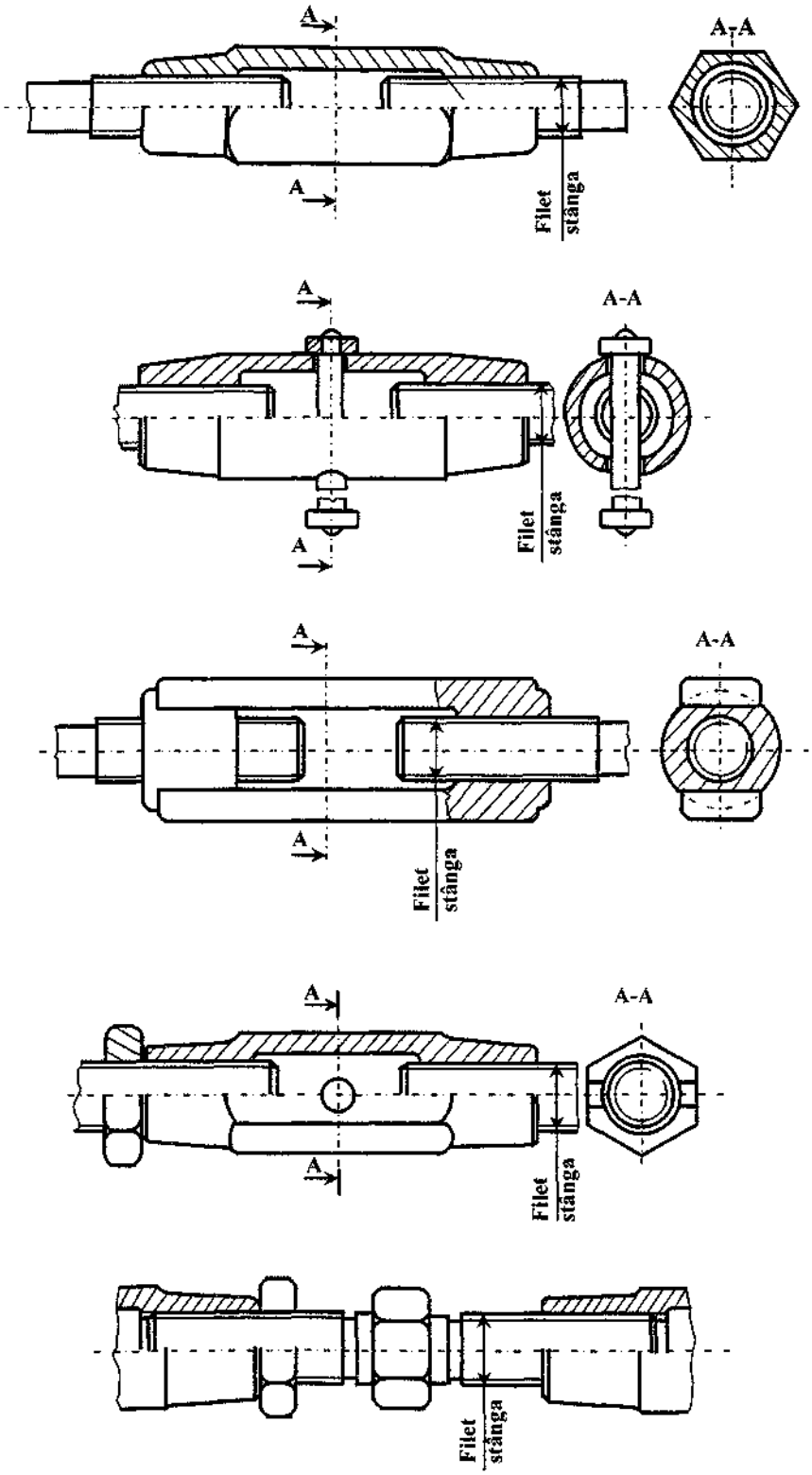


Fig.10.21

10.2 SCHEME STRUCTURALE. DIAGRAME DE FORŢE ŞI MOMENTE.

10.2.1 Presă cu piuliţă fixă.

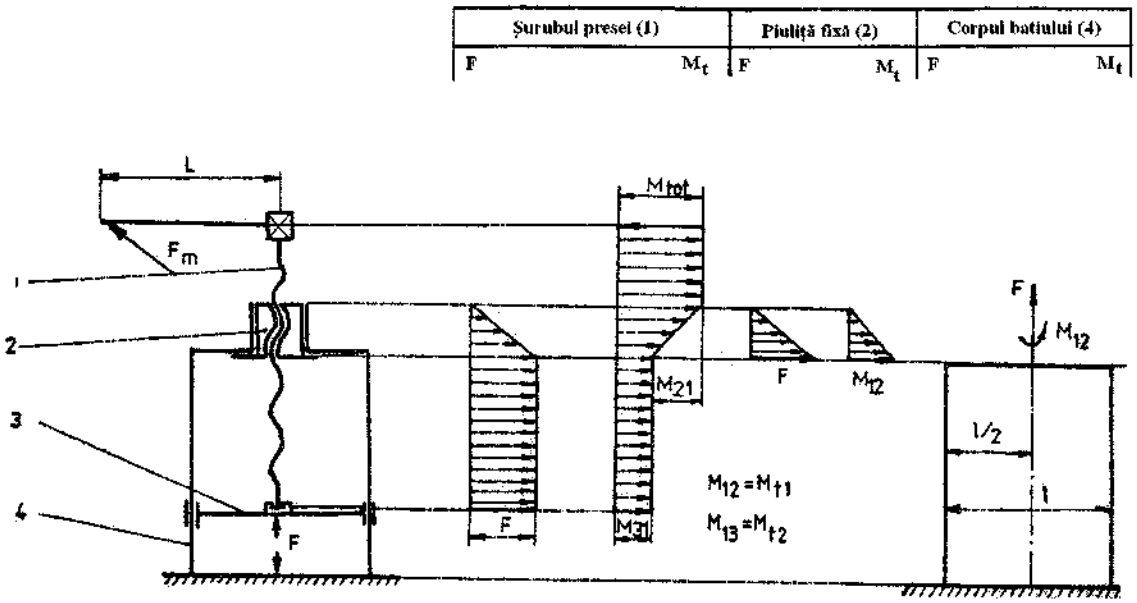


Fig.10.22

10.2.2 Presă cu piuliţă rotitoare cu două coloane.

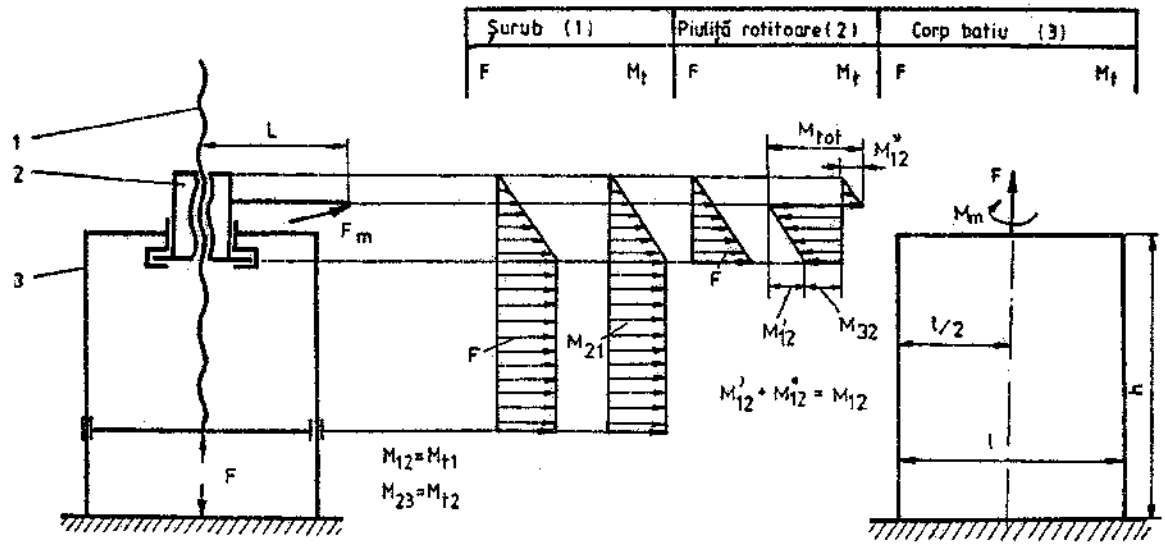


Fig.10.23

10.2.3 Presă cu piuliță rotitoare cu o coloană.

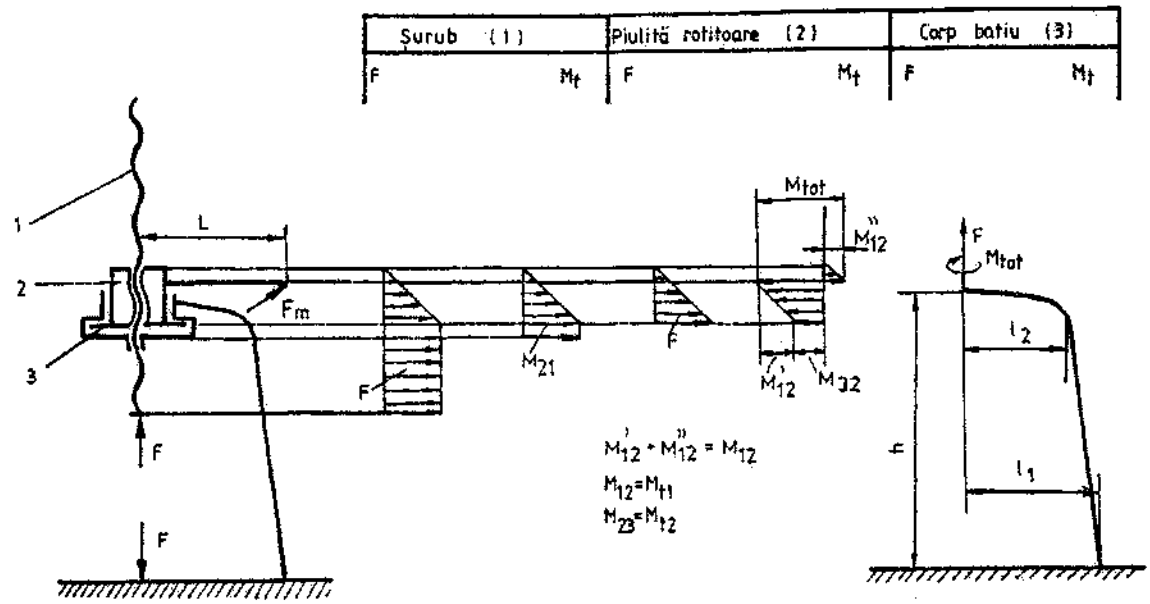


Fig.10.24

10.2.4 Cric cu piuliță fixă.

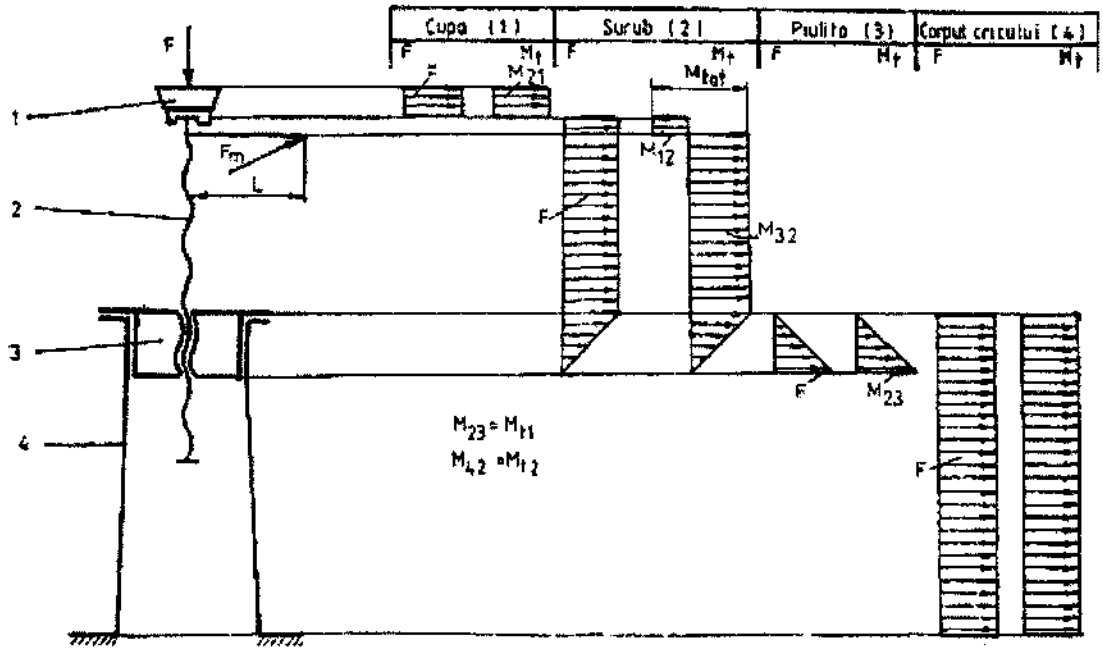


Fig.10.25

10.2.5 Cric cu şurub şu piuliţă rotitoare.

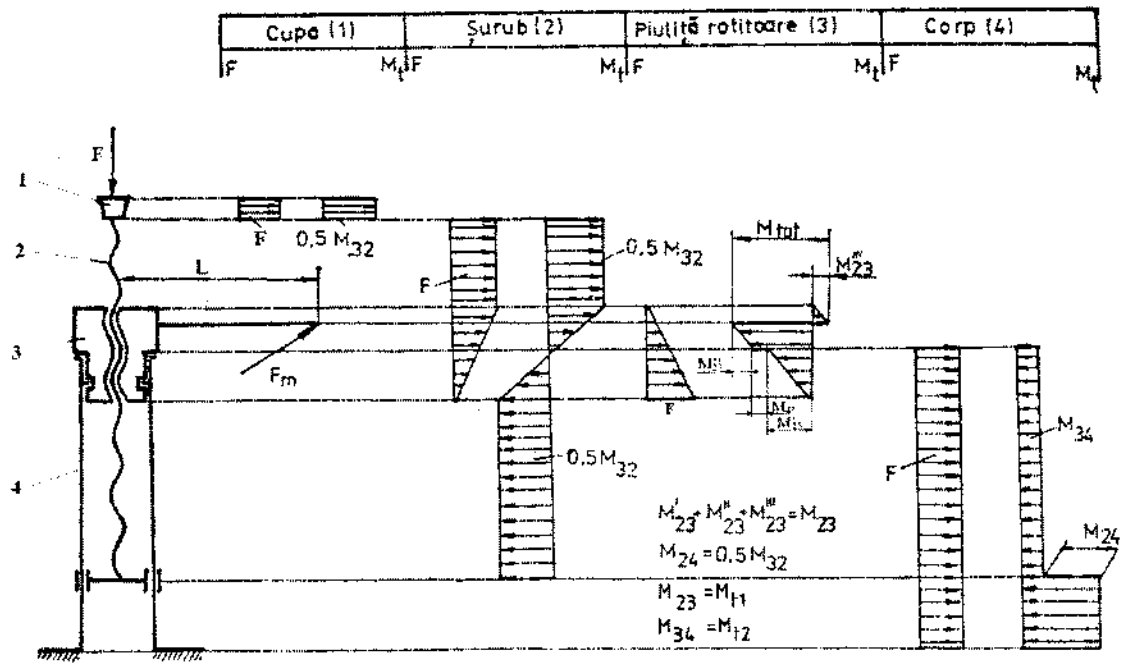


Fig.10.26

10.2.6 Cric cu şurub şi piuliţă rotitoare.

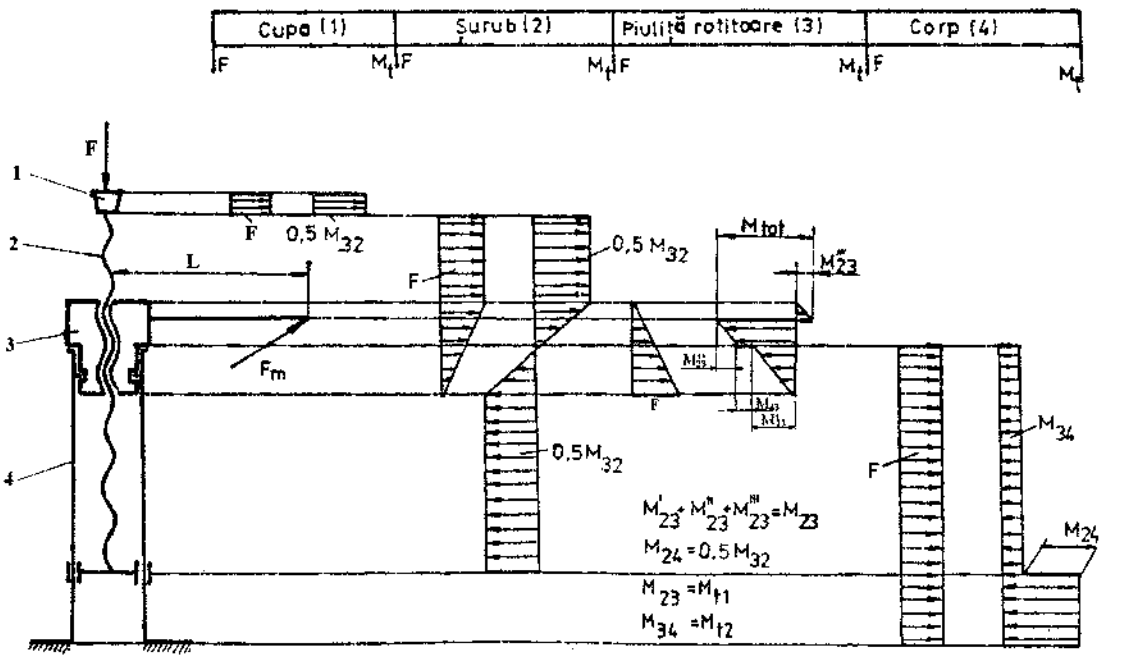


Fig.10.27

10.3 ACCESORII.

10.3.1 Roţi de manevră.

10.3.1.1 Roţi de manevră de uz general tip I – plate (STAS 2723).

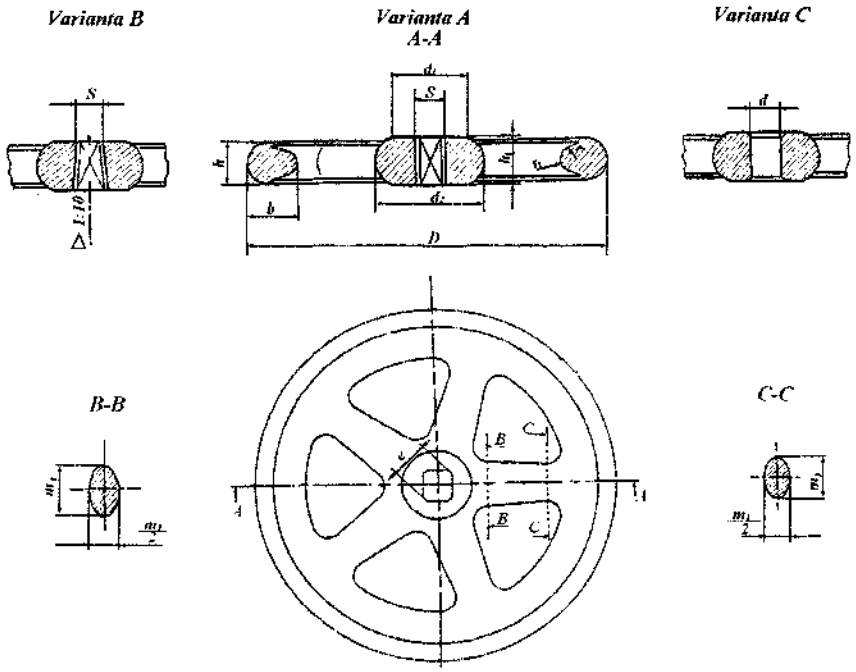


Fig.10.28

10.3.1.2 Roţi de manevră de uz general tip II- cu spiţe înclinate (STAS 2723)

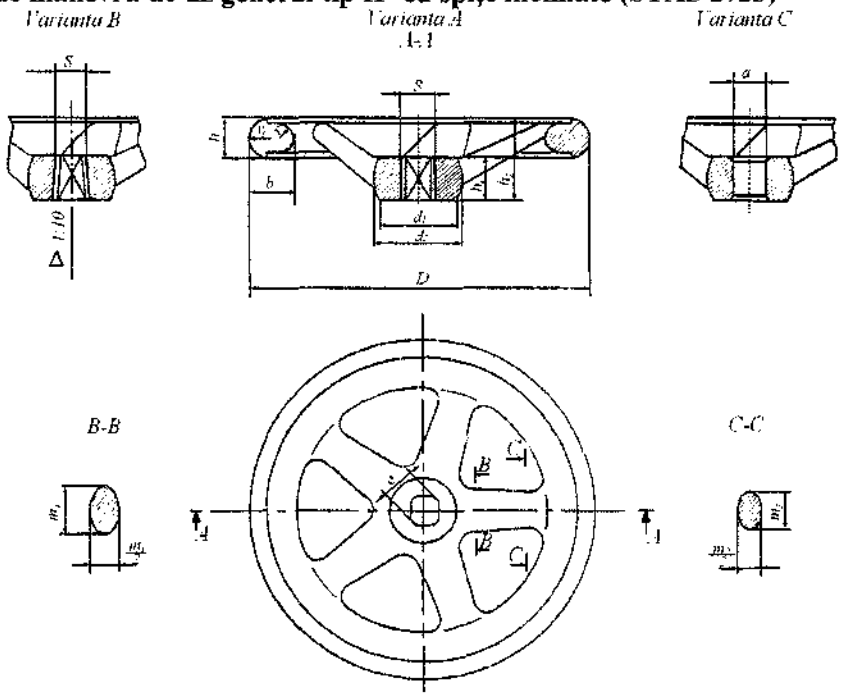


Fig.10.29

Tabelul 10.1

D	Coroana				Spițe			Butuc						
												Varianta		
	h	b	r	r_1	m_1	m_2	număr	h_1	h_2 min	d_1	d_2	A	B	C
												s H11		d H7
100	15	18	13	3,5	16	14	3	17	28	26	36	9	9	10(12)
125	16	20	14	4	18	16	3	18	30	28	40	11	11(9)	12(14)
160	18	22	16	4,5	24	20	3	20	40	32	44	12	12(13)	14(16)
200	22	26	20	6	26	22	3	24	45	36	50	14	14(16)	18(22)
250	26	30	24	8	26	22	5	28	50	45	61	17	17(19)	22(26)
320	28	33	26	9	30	26	5	34	56	55	73	19	19(24)	26(30)
400	32	37	30	10,5	34	30	5	42	65	65	85	24	24(27,32)	30(34)
500	34	40	32	12	38	32	5	50	75	75	97	27	27(32,36)	34(40
630	36	42	34	13,5	42	36	7	60	92	85	109	32	32(36)	40(50)
800	36	42	36	14	42	36	7	72	110	115	140	41	41(36,46)	50
1000	38	44	38	16	44	38	7	92	130	145	175	60	60(50,55,70)	70

Observații: Varianta A cu alezaj prismatic de secțiune pătrată; varianta B cu alezaj piramidal de secțiune pătrată; varianta C cu alezaj cilindric cu canal de pană;

Notare: denumire, simbol tip, simbol variantă, diametrul coroanei, latura sau diametrul alezajului, STAS;

Exemplu: Roată de manevră II A 400 x 24 STAS 2723;

Material: EN – GJL – 200 SR EN 1561 sau oțel turnat.

10.3.1.3 Roți de manevră de uz general - cota e pentru variantele A și B.

Tabelul 10.2

s	e min	s	e min
9	12,1	27	36,2
11	14,1	32	44,2
12	16,1	36	50,2
13	18,1	41	55,2
14	20,0	46	60,2
16	22,2	50	65,2
17	24,1	55	72,2
19	26,2	60	80,2
24	32,2	70	92,2

10.3.1.4 Roți de manevră (DIN 3220).

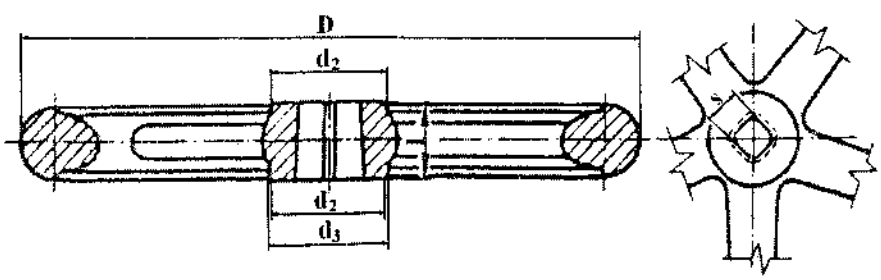


Fig.10.30

Tabelul 10.3

D	s	l	d_2	d_3
100	9	17	26	30
125	11	18	28	33
160	12 (13)	20	32	38
200	14 (16)	22	38	44
250	17	26	45	54
315	19	30	53	65
400	24 (27)	34	65	80
500	27	38	78	95
630	32	46	95	116
800	41(36;46)	60	116	142
1000	60(50;55)	82	150	175

Observaţii: Conicitatea alezajului butucului este 1 : 10 ;
Numărul de spiţe pentru: D = 100 ... 200 mm – 3; D = 250 ... 500 mm – 5; D > 500 mm - 7;
Notare: diametrul D şi s; exemplu : Roată 200 x 14 DIN 3220 ;
Material: EN – GJL – 200 SR EN 1561.

10.3.1.5 Roţi de manevră (DIN 950).

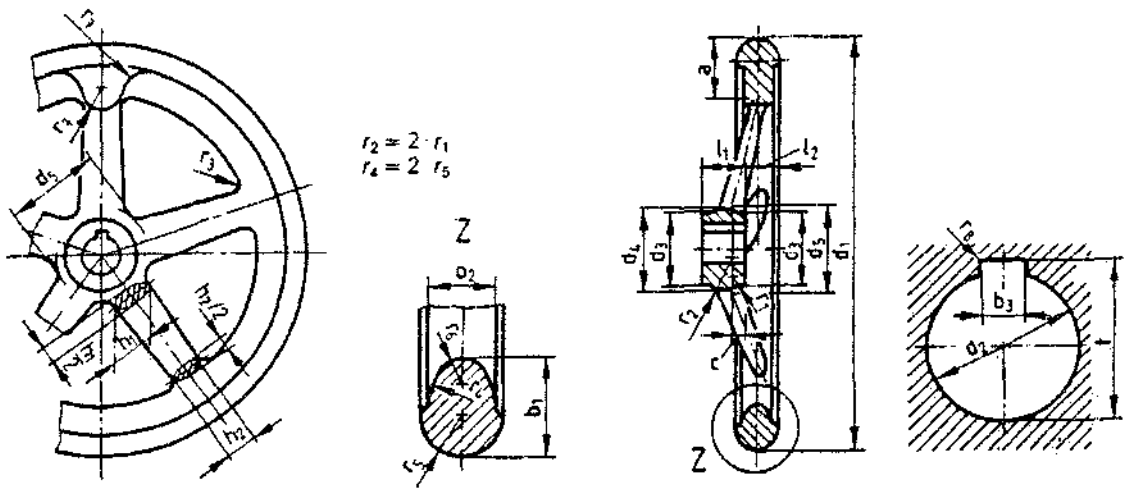


Fig.10.31

Tabelul 10.4

d_1	a	b_1	b_2	c	d_3	d_4	d_5	h_1	h_2	l_1	l_2	r_1	r_3	r_5	r_6	r_7
80	14	14	10	6	24	26	28	13	11	16	13	6	3,5	7	5	8
100	15	18	12		26	28	30	16	14	17	16	7		7,5	4	10
125	16	19	13	7	28	30	33	18	16	18	18			8		
160	19	20	14		32	34	38	22	19	20	20	8	4	9	5	12
200	24	25	17	8	38	40	44	26	22	24	21	9	5,5	11	6	
250	33	30	21	10	45	48	54			28	22		6	13	8	14
315	40	33	23	11	53	56	65	30	26	33	23	12	7	14	8,5	
400	50	37	26	12	65	70	80	34	30	38	25		8	16	10,5	17
500	62	40	28	14	78	82	95	38	32	45	27	14	8,5	17	12	

Observaţii: Numărul de spiţe: d_1 = 80 ... 200 mm – 3;
d_1 =250 ... 500 mm - 5; d_1> 500 mm – 7;
Material: EN – GJL – 200 SR EN 1561

10.3.1.6 Roți de manevră (DIN 950) – canalul de pană (fig.10.30).

Tabelul 10.5

d_2 (H7)	10	12	14	16	18	22	26	30	34	40
b_3 (P9)	3	4	5	5	6	6	8	8	10	12
t	11,4	13,8	16,3	18,3	20,8	24,8	29,3	33,3	37,3	43,3
abateri limită	+0,1 0							+0,2 0		
r_3 max	0,16		0,25						0,4	
min	0,08		0,16						0,25	

10.3.2 Mânere.

10.3.2.1 Mâner cu cep filetat (STAS 8781).

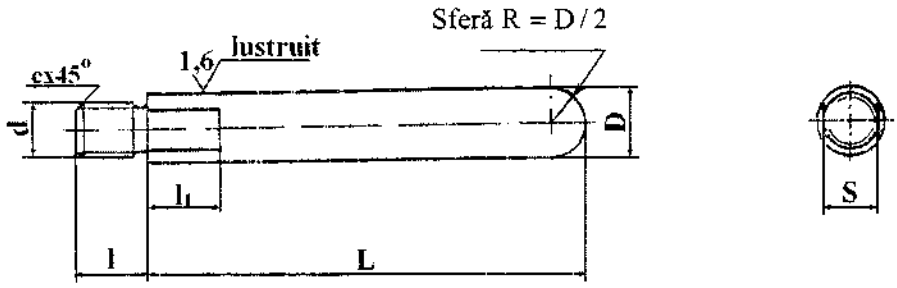


Fig.10.32

Tabelul 10.6

d	D	l	l_1	S		c	L
				nominal	abateri h13		
M6	8	8	8	5,5	0 -0,180	1,5	50,63
M8	10	10	10	8	0 -0,220	1,8	50,63,80,100
M10	12	12	12	10	0 -0,220	2,2	63,80,100,125
M12	16	16	16	14	0 -0,270	2,5	80,100,125,160
M16	20	20	20	17	0 -0,270	3	100,125,160,200
M20	25	25	25	19	0 -0,330	3,5	125,160,200,250

10.3.2.2 Mâner cu cep nefiletat (STAS 8785).

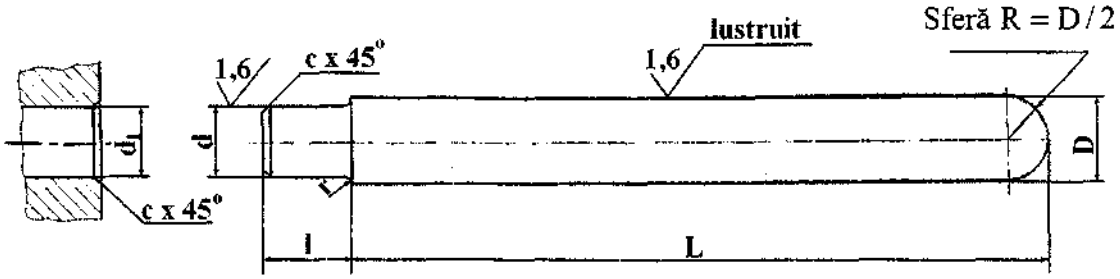


Fig.10.33

Tabelul 10.7

d		l	D	r	c	d_1		L
nominal	abateri limită p7					nominal	abateri limită H7	
6	+0,024 +0,012	8	8	0,5	0,5	6	+0,012 0	50,63
8	+0,030 +0,015	10	10	0,5	0,8	8	+0,015 0	50,63,80,100
10	+0,030 +0,015	12	12	0,5	1,0	10	+0,015 0	63,80,100,125
12	+0,036 +0,018	16	16	0,8	1,0	12	+0,018 0	80,100,125,160
16	+0,036 +0,018	20	20	0,8	1,5	16	+0,018 0	100,125,160,200
20	+0,043 +0,022	25	25	0,8	2	20	+0,021 0	125,160,200,250

Observaţii: **Material:** E 355 SR EN 10025-2;
Notare: se indică d şi L;
Exemplu: Mâner 12 x 125 STAS 8785.

10.3.2.3 Mâner cu cap sferic (STAS 1133, DIN 99).

Tabelul 10.8

Varianta de execuţie	Mod de fixare	Simbolul formei	Reprezentare
Cu braţ paralel (fig.10.33,a)	Alezaj cilindric	A	fig.10.33,c
	Alezaj filetat	C	fig.10.33,d
	Cu pătrat	E	fig.10.33,e
Cu braţ înclinat (fig.10.33,b)	Alezaj cilindric	B	fig.10.33,c
	Alezaj filetat	D	fig.10.33,d
	Cu pătrat	F	fig.10.33,e

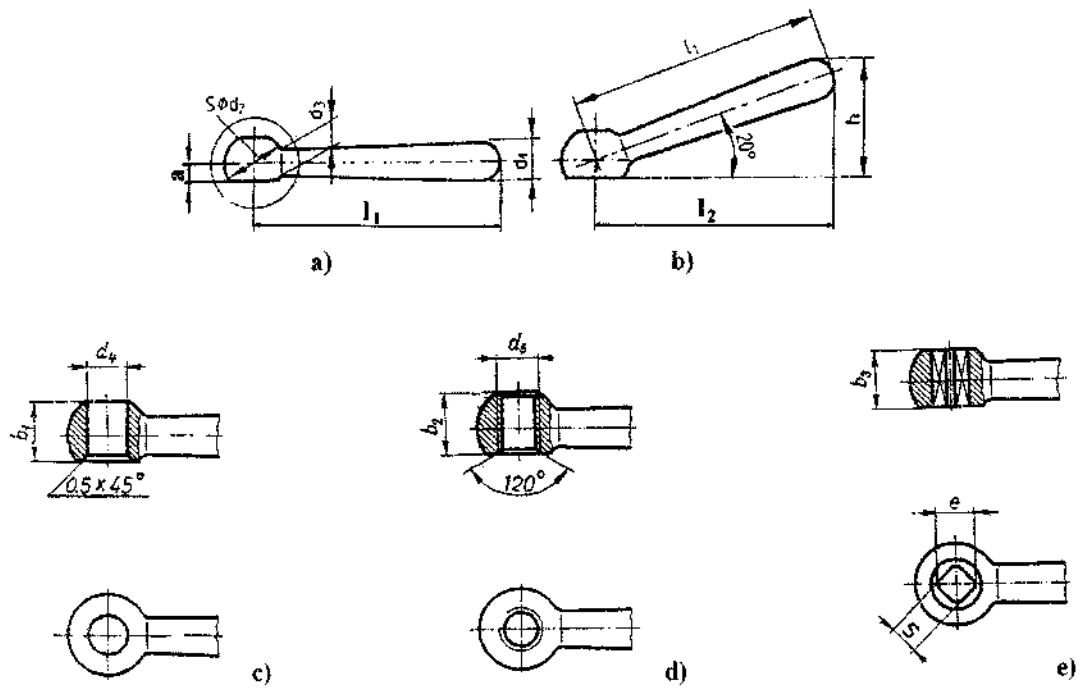


Fig.10.34

Tabelul 10.9

l_1	a	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2	d_3	d_4 H7	d_5 6H	h ≈	l_2 ≈	s H 11
40	3	7,5	7,5	-	6	10	4	5	M5	19	38	-
50	4	9,5	9,5	-	8	12	5	6	M6	24	48	-
63	5	12	12,5	11,5	10	16	8	8	M8	30,5	60	5,5
80	6	14,5	15	14	13	20	9	10	M10	38	76	7
100	7,5	18,5	19	17,5	16	25	11	12	M12	47	95	9
125	10	24	25	23	20	32	15	16	M16	59,5	119	11
160	12,5	30	31	28,5	25	40	18	20	M20	75,	152	14
200	18	40	41	38	32	50	22	24	M25	97	190	19

Observaţie. Mânerele se execută din oţel cu R_m = 490 ... 600 MPa;
Mânerul trebuie să aibă duritatea 35 ... 40 HRC;
Suprafaţa mânerului se lustruieşte;
Filet metric conform STAS 510;
Notare: simbolul formei şi l_1;
Exemplu: Mâner sferic F 100 STAS 1133.

10.3.2.4 Cap sferic pentru mânere (DIN 319).

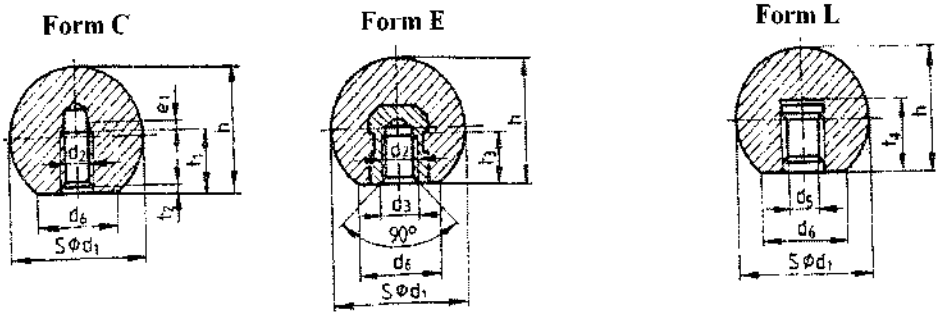


Fig.10.35,a

Tabelul 10.10

d_1	d_2	d_3	d_5	d_6	h	t_1	t_2	t_3	t_4
12	M 3,5	-	-	6	11,2	6,5	1,2	-	-
16	M 4	4,5	4	8	15	7,2	1,2	6	11
20	M 5	5,5	5	12	18	9,1	1,6	7,5	13
25	M 6	6,8	8	15	22,5	11	2	9	15
32	M 8	8,8	10	18	29	14,5	2,5	12	20
40	M 10	11	12	22	37	18	3	15	23
50	M 12	13	16	28	46	21	3	18	23

Observaţie: **Notare**: forma, diametrul d_1 şi standardul;
Exemplu: Cap sferic C 40 – DIN 319 .

10.3.2.5 Cap sferic pentru mânere (STAS 1130).

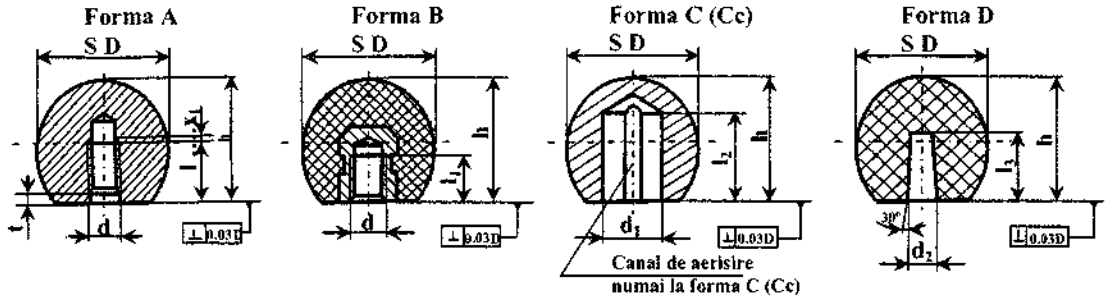


Fig.10.35,b

Tabelul 10.11

D	h	Forma A			Forma B		Forma C(Cc)		Forma D	
		d 6H	l	t	d 6H	l_1 min.	d_1	l_2	d_2	l_3
12	11,2	M 3,5	6,5	1,2	-	-	4	8	-	-
16	15	M 4	7,2	1,2	M 4	6	6	10	4	9
20	18	M 5	9,1	1,6	M 5	7,5	8	12	5	12
25	22,5	M 6	11	2	M 6	9	10	16	8	15
32	29	M 8	14,5	2,5	M 8	12	12	20	10	15
40	37	M 10	18	3	M 10	15	16	25	12	20
50	46	M 12	21	3	M 12	18	20	32	16	22

Observaţii: Forme constructive: A – capete sferice cu filet; B – capete sferice cu bucşă filetată; C(Cc) – capete sferice cu alezaj cilindric; D – capete sferice cu alezaj conic .
Capetele sferice trebuie să fie netede, lustruite şi cromate lucios, dacă sunt executate din oţel;
Notare:Cap sferic, diametrul nominal D, material şi STAS;
Exemplu: Cap sferic A 40 – S 235 STAS 1130;
Abateri limită la diametrul d_1: H7 pentru capete sferice din oţel;
H11 pentru capete sferice din material plastic.

10.3.2.6 Materiale pentru capete sferice (STAS 1130).

Tabelul 10.12

Forma capului sferic	Material
A , C , Cc	Oţel de construcţii EN 10025
A , B , C , Cc , D	Material plastic STAS 7136

10.3.3 Piulițe cu mânere demontabile (STAS 9078).

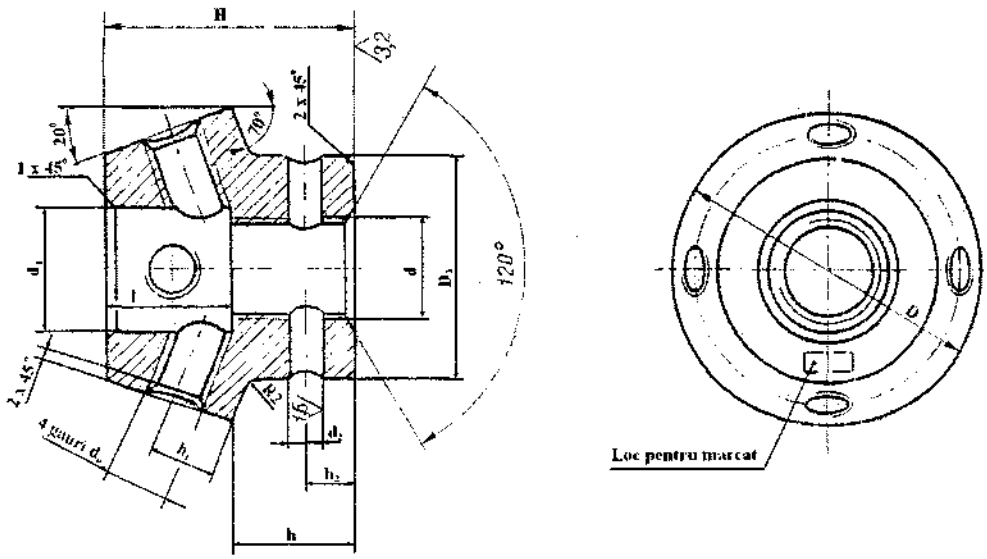


Fig.10.36

Tabelul 10.13

d	D	H	h	D_1	d_1	l	d_0	h_1	h_2	d_2	
										nominal	abateri limită H7
M 12	42	32	18	30	14	16	M 8	8	6	4	+0,012 0
M 16	52	40	22	36	18	20	M 10	10	8	5	
M 20	65	50	28	42	22	25	M 12	12	10	6	
M 24	85	63	36	50	26	32	M 16	15	12	6	

Observații: Piulițele se execută din: C 45 (1.0503) SR EN 10083, cu duritatea după TT 30 ... 35 HRC;
Abateri limită la dimensiuni j_s 16;
Filet metric normal STAS 6564 cu toleranțe 6 G;
Piulițele se folosesc împreună cu mânerele STAS 8781 (fig.10.31 ,tab.10.6).

10.3.4 Şaibe speciale (SR 8461).

10.3.4.1 Şaibe cu gaură teşită – forma A.

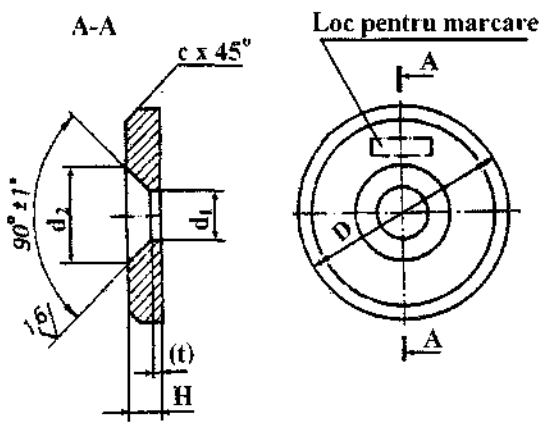
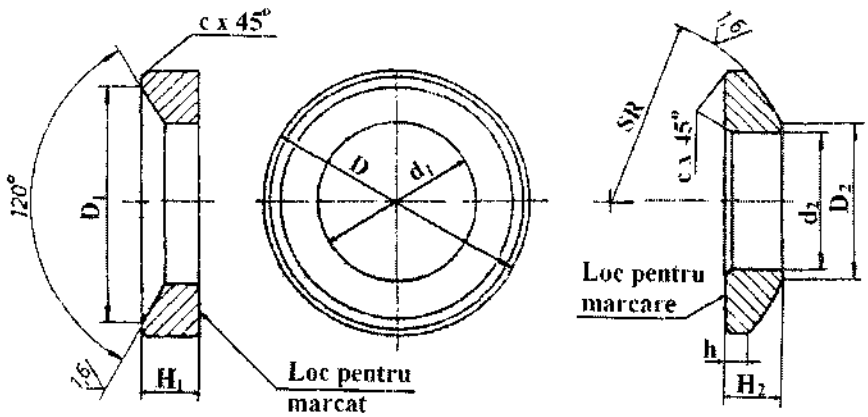


Fig.10.37

Tabelul 10.14

Filet şurub		M3	M4	M5	M6	M8	M10
d_1	nominal	3,5	4,5	5,5	6,5	9	11
	abateri limită H13	+0,180 0			+0,220 0		+0,270 0
d_2	nominal	6,5	8,6	10,4	12,4	16,4	20,4
	abateri limită H13	+0,220 0		+0,270 0			+0,330 0
t ≈		1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
H		2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
c		0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0
D		16 , 20	20 , 25	25 , 32	25,32,40	32,40,50	40,50,63

10.3.4.2 Şaibă cu locaş conic – forma B.
10.3.4.3 Şaibă cu suprafaţă de aşezare sferică – forma C.



Forma B **Forma C**

Fig.10.38

Tabelul 10.15

Filet şurub	D	c	Forma B				Forma C					
			d_1(H12)		D_1	H_1	d_2(H12)		D_2	H_2	(h)	R
			nominal	abateri limită			nominal	abateri limită				
M5	10	0,3	6	+0,120 0	9	2,3	5,3	+0,120 0	6	2	0,6	7
M6	12		7,1	+0,150 0	11	3,0	6,4	+0,150 0	7	2,3	0,6	9
M8	17		9,6		14,5	3,5	8,4		9	3,0	0,7	12
M10	21		12	+0,180 0	18,5	4,5	10,5	+0,180 0	12,5	3,5	0,8	15
M12	24	0,5	14,2		20	5	13		15	4,5	1,1	17
M14	28		16,5		24	5,5	15		17	5	1,1	20
M16	30		19	+0,210 0	26	6	17		19	5,5	1,3	22
M18	34		21		30	6,5	19	+0,210 0	21	6	1,4	25
M20	36		23,2		31	7,5	21		23	6,5	2,0	27
M22	40		26		35	8,5	23		25	7,5	2,2	30
M24	44		28		37	9,5	25		28	8,5	2,4	32

Tabelul 10.15 - continuare

M27	50		31	+0,250 0	43	11,5	28		31	9,5	2,5	36
M30	56		35		49	13,5	31	+0,250 0	34	11,5	3,6	41
M36	68		42		60	16	37		40	13,5	4,6	50
M42	78	1	49		70	20	43		46	16	6,5	58
M48	92		56	+0,300 0	82	22	50		53	20	8	67

Observaţii: **Notare:** denumire, formă, diametrul interior, diametrul exterior, standard;
Exemplu: Şaibă B 5,5 x 32 SR 8461;
Material: C 45 (1.0503) SR EN 10083 cu duritatea după TT 38 ... 43 HRC, sau alt oţel cu R_m = min 600 MPa;
Pentru dimensiuni la care nu s-au indicat abateri limită acestea se stabilesc conform SR EN 22768-1 şi SR EN 22768-2 şi anume mS;
Marcare: şaibele se marchează d x D;
Acoperiri de protecţie: brunare

10.3.5 Canale T (SR 1385, DIN 650, ISO 299).

10.3.5.1 Canale T. Dimensiuni.

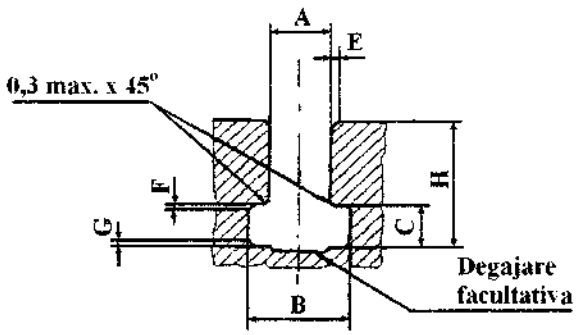


Fig.10.39

Tabelul 10.16

A			B		C		$H^{2)}$		$E^{3)}$	$F^{3)}$	$G^{3)}$
nominală	ab.limită[1)] H8	ab.limită[1)] H12	nominală	abateri limită	nominală	abateri limită	min.	max.	max.	max.	max.
5	+18 0	+120 0	10	+1 0	3,5		8	10			1
6			11	+1,5	5	+1	11	13	1		
8	+22	+150	14,5	0	7	0	15	18		0,6	
10	0	0	16				17	21			
12	+27	+180	19	+2	8		20	25			
14	0	0	23	0	9		23	28			1,6
18			30		12	+2	30	36			
22	+33 0	+210 0	37	+3 0	16	0	38	45	1,6	1	2,5
28			46	+4	20		48	56			
36	+39	+250	56	0	25	+3	61	71			
42	0	0	68		32	0	74	85		1,6	4
48			80	+5	36	+4	84	95	2,5	2	6
54	+46 0	+300 0	90	0	40	0	94	106		2	6

Observaţii: [1] Pentru canalul de referinţă clasa de toleranţă este H8 – STAS 8100/3. Canalul de referinţă este situat pe axa sau în vecinătatea axei mesei sau a dispozitivului şi este destinat poziţionării. Pentru alte canale clasa de toleranţă H12 - STAS 8100/3;
[2] Pentru înălţimea H se vor alege, pe cât posibil, valorile maxime;
[3] Dimensiunile E, F şi G reprezintă înălţimea teşiturii la 45^0 sau raza de racordare.
Şuruburi pentru canale T – SR 1386;
Piuliţe pentru canale T SR 1387.

10.3.5.2 Canale T. Rugozitatea suprafeţelor.

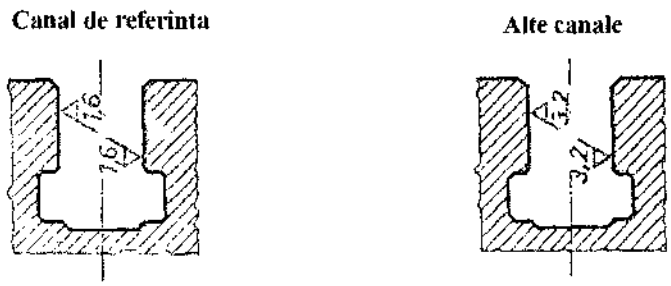


Fig.10.40

Observaţie: Pentru celelalte suprafeţe R_a 6,3

10.3.5.3 Canale T. Pasul canalelor.

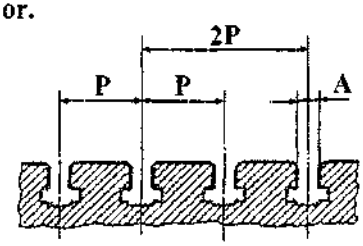


Fig.10.41

Tabelul 10.17

A	P
5	20 -- 25 - 32
6	25 – 32 – 40
8	32 – 40 – 50
10	40 – 50 – 63
12	(40)-50-63-80
14	(50)-63-80-100
18	(63)-80-100-125
22	(80)-100-125-160
28	100-125-160-200
36	125-160-200-250
42	160-200-250-320
48	200-250-320-400
54	250-320-400-500

P	Abateri limită[1)]
20 şi 25	-0,2
32 ... 100	-0,3
125 ... 250	-0,5
320 ... 500	-0,8

[1)]Pentru un număr multiplu de paşi abaterile limită nu sunt cumulative

Observaţii. În cazuri justificate se admite folosirea paşilor P mai mari sau mai mici decât cei din tabel;
Se recomandă dispunerea simetrică a canalelor faţă de canalul median care este de referinţă, în general;
Notare: Denumire – A – SR 1385;
Canal T 12 H8 SR 1385 – canal de referinţă;
Canal T 12 H12 SR 1385 – canal de fixare.

10.4 DESENE DE EXECUŢIE.

10.4.1 Desen de execuţie pentru piuliţa fixă.

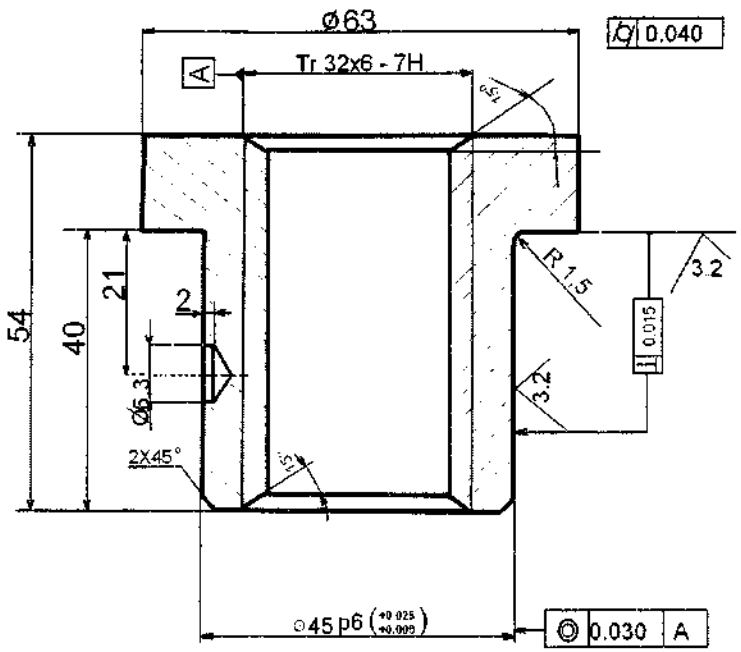
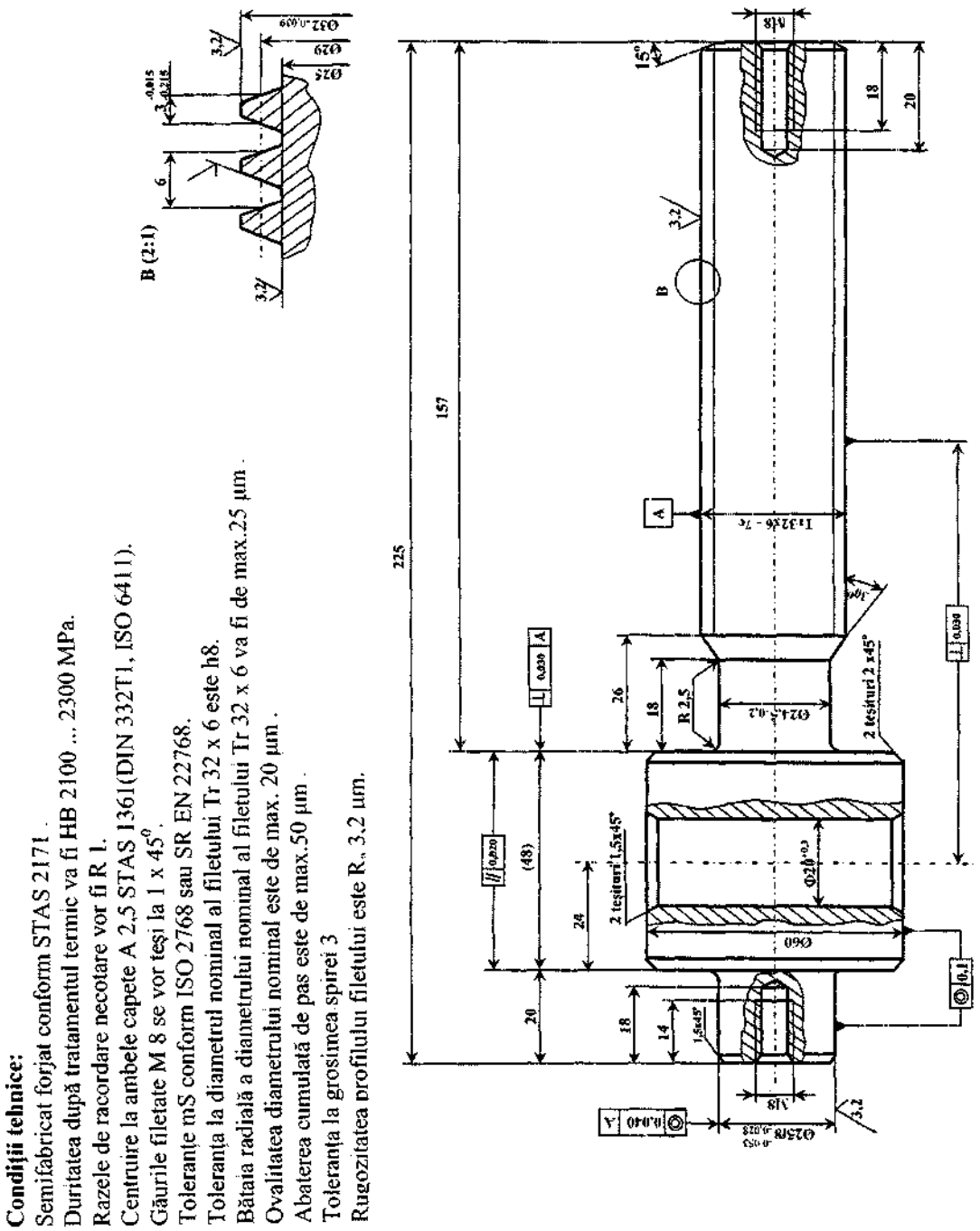


Fig.10.42

Condiţii tehnice:
Semifabricat turnat în clasa de precizie III, conform STAS 1592/1.
Muchiile ascuţite se vor teşi la 1 x 45^0.
Toleranţe mS conform ISO 2768 sau SR EN 22768.
Filetul Tr 32 x 6 se va verifica cu calibrul de filet .
Se va asigura tehnologic coaxialitatea filetului Tr 32 x 6 cu diametrul Φ45 p6 .

10.4.2 Desen de execuţie pentru şurubul de forţă.



Condiţii tehnice:
Semifabricat forjat conform STAS 2171 .
Duritatea după tratamentul termic va fi HB 2100 ... 2300 MPa.
Razele de racordare necotate vor fi R 1.
Centruire la ambele capete A 2,5 STAS 1361(DIN 332T1, ISO 6411).
Găurile filetate M 8 se vor teşi la 1 x 45°.
Toleranţe mS conform ISO 2768 sau SR EN 22768.
Toleranţa la diametrul nominal al filetului Tr 32 x 6 este h8.
Bătaia radială a diametrului nominal al filetului Tr 32 x 6 va fi de max.25 µm .
Ovalitatea diametrului nominal este de max. 20 µm .
Abaterea cumulată de pas este de max.50 µm .
Toleranţa la grosimea spirei 3
Rugozitatea profilului filetului este R_a 3,2 µm.

Fig. 10.43

10.5 TOLERANȚE PENTRU ELEMENTELE ȘURUBURILOR CONDUCĂTOARE.

Tabelul 10.18

Denumirea abaterii	Clasa de precizie a șurubului				
	I	II	III	IV	V
Toleranța la diametrul nominal d	h8	h8	h8	h8 h9	h8 h9
Bătaia radială a diametrului nominal d pe lungimea de 1000 mm, µm	20	30	40	50	100
Ovalitatea diametrului d , µm	Se prescrie o valoare egală cu jumătatea valorii câmpului de toleranță al diametrului nominal d				
Diametrul d ,mm	Toleranța la grosimea spirei , µm				
10 – 14	-10 -23	-10 -36	-10 -57	-10 -75	-10 -142
16 – 20	-12 -26	-12 -42	-12 -60	-12 -63	-12 -168
22 – 28	-14 -31	-14 -47	-14 -67	-14 -88	-14 -193
32 – 40	-15 -34	-15 -52	-15 -75	-15 -91	-15 -215
44 – 60	-18 -38	-18 -60	-18 -87	-18 -107	-18 -256
65 – 80	-20 -44	-20 -68	-20 -93	-20 -114	-20 -292
85 – 110	+22 -47	-22 -70	-22 -96	-22 -127	-22 -328
120 - 150	-25 -52	-25 -81	-25 -106	-25 -138	-25 -395
Lungimea de referință , mm	Abaterea cumulată de pas , µm				
100	3	6	12	25	50
300	5	9	18	35	70
600	6	12	23	45	90
900	7	15	28	55	100
1200	8	18	33	65	110
1500	9	21	38	75	120
Peste 1500	10	22	40	80	150
Suprafața	Parametrul de rugozitate R_a , µm				
Diametrul d	0,8	0,8	0,8	1,6	3,2
Flancuri filet	0,2	0,4	0,8 – 1,6	1,6	3,2
Fundul profilului	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Destinație	Deplasări extrem de precise	Deplasări de înaltă precizie	Deplasări precise	Deplasări mai puțin precise	Deplasări neprecise
Exemple de utilizare	Mașini de rectificat filet , mașini de găurit în coordonate , șuruburi pentru aparate precise	Șuruburi conducătoare pentru strunguri precise de tăiat filet, mașini de rectificat interior, mașini de divizare care lucrează fără dispozitiv de corecție	Strunguri și mașini de frezat filete, strunguri de detalonat, șuruburile mecanismelor de divizare ale mașinilor de prelucrat roți dințate de precizie înaltă	Șuruburi de avans la strunguri universale și mașini de alezat și frezat orizontale, mașini de găurit, raboteze, alte mașini unelte de precizie normală	Mecanismele de avans care lucrează cu tambur gradat, dispozitive de ridicat, dispozitive de strângere

Observații: Toleranțele din tabel se aplică numai pentru filetul șurubului.

La desenul de execuție al piuliței se vor prescrie numai cotele nominale, iar la condiții tehnice următoarele:

- filetul trapezoidal ..... se va verifica cu calibrul de filet;
- se va asigura tehnologic coaxialitatea filetului trapezoidal ..... cu diametrul Ø ... (de centrare al piuliței).

11. MATERIALE.

11.1 OŢELURI. SIMBOLIZARE (SR EN 10027).

11.1.1 Simbolizarea alfanumerică a oţelurilor în funcţie de utilizare şi caracteristici mecanice sau fizice (SR EN 10027-1).

11.1.1.1 Oţeluri de construcţii.

Tabelul 11.1

<table>
<tr><th colspan="2">Simboluri principale</th><th colspan="5">Simboluri suplimentare</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th colspan="4">Pentru oţel</th><th rowspan="2">Pentru produse de oţel</th></tr>
<tr><th>Litere</th><th>Caracteristici mecanice</th><th colspan="3">Grupa 1</th><th>Grupa 2</th></tr>
<tr><td rowspan="10">G = piese turnate din oţel(când este cazul)
S = oţel de construcţii</td><td rowspan="10">Limita minimă de curgere specificată în MPa
(pentru cea mai mică grosime din interval)</td><td colspan="3">Energia de rupere în Joule(J)</td><td>Temperatura de încercare în ^{0}C</td><td rowspan="10">C = Formare la rece
D = Acoperire la cald
E = Emailare
L = Temp.joasă
M = Laminare termomecanică
N = Normalizare sau laminare normalizată
Q = Călire şi revenire
W = Rezistent la intemperii
F = Piese forjate
T = Ţevi
S = Constr.navale
H = Secţiuni deschise
P = Palplanşă</td><td rowspan="10">Tabelele 11.5, 11.6 şi 11.7</td></tr>
<tr><td>27 J</td><td>40 J</td><td>60 J</td><td></td></tr>
<tr><td>JR</td><td>KR</td><td>LR</td><td>20</td></tr>
<tr><td>JO</td><td>KO</td><td>LO</td><td>0</td></tr>
<tr><td>J2</td><td>K2</td><td>L2</td><td>-20</td></tr>
<tr><td>J3</td><td>K3</td><td>L3</td><td>-20</td></tr>
<tr><td>J4</td><td>K4</td><td>L4</td><td>-40</td></tr>
<tr><td>J5</td><td>K5</td><td>L5</td><td>-50</td></tr>
<tr><td>J6</td><td>K6</td><td>L6</td><td>-60</td></tr>
<tr><td colspan="4">A = Durificare prin precipitare
M = Laminare termomecanică
N = Normalizare sau laminare normalizată
Q = Călire şi revenire
G = Alte caracteristici urmate de 1 sau 2 cifre dacă este necesar</td></tr>
</table>

Observaţii: Simbolurile A, M, N şi Q de la grupa 1 se aplică oţelurilor cu granulaţie fină;
Simbolurile grupei 2, altele decât simbolurile chimice pot avea un sufix,cu unul sau două cifre, pentru distingerea calităţilor în conformitate cu standardul de produs corespunzător;
Dacă două simboluri ale grupei 2 sunt necesare, simbolul compoziţiei chimice trebuie să fie ultimul;
Limita de curgere se referă la limita de curgere superioară (R_{eH}) sau inferioară (R_{eL}) sau limita de curgere convenţională (R_p), sau limita de extensie totală (R_t), în funcţie de condiţia specificată în standardul de produs corespunzător.

11.1.1.2 Oţeluri pentru construcţii mecanice.

Tabelul 11.2

Simboluri principale		Simboluri suplimentare		
Litere	Caracteristici mecanice	Pentru oţel		Pentru produse de oţel
		Grupa 1	Grupa 2	
G = piese turnate din oţel(când este necesar) E = oţeluri pentru constr. mecanice	Limita minimă de curgere specificată în MPa (pentru cea mai mică grosime din interval)	G = Alte caracteristici, urmate dacă este necesar de 1 sau 2 cifre; În cazul în care caracteristicile de rezistenţă la încovoiere prin şoc sunt specificate regulile grupei 1 din tabelul **11.1** se aplică	C = destinate pentru tragere la rece	Tabelul 11.7

Observaţie: Limita de curgere se referă la limita de curgere superioară (R_{eH}) sau inferioară (R_{eL}) sau limita de curgere convenţională (R_p), sau limita de extensie totală (R_t), în funcţie de condiţia specificată în standardul de produs corespunzător.

11.1.2 Simbolizarea alfanumerică a oţelurilor în funcţie de compoziţia chimică (SR EN 10027-1).

11.1.2.1 Oţeluri nealiate cu un conţinut mediu de mangan < 1% (cu excepţia oţelurilor pentru automate).

Tabelul 11.3

Simboluri principale		Simboluri suplimentare		
Litere	Conţinutul de carbon în %	Pentru oţel		Pentru produse de oţel
		Grupa 1	Grupa 2	
G = piese turnate din oţel(când este necesar) C = carbon	Conţinutul mediu procentual de carbon specificat	C = pentru formare la rece D = pentru trage-re sârme E=cu specificarea conţinutului maxim de sulf R = cu specificarea conţinutului intervalului de sulf S = pentru arcuri U = pentru scule W = pentru sârmă laminată pentru sudare G = alte caracteristici urmate când este necesar de 1 sau 2 cifre	Simbolul chimic al elementului sau elementelor de aliere speciale de exemplu Cu, împreună, dacă este necesar, cu o singură cifră care este 10 x media intervalului specificat pentru acest element(rotunjită la 0,1%)	Tabelul 11.7

Observaţii: Pentru distingerea a două mărci de oţel similare, numărul care indică conţinutul de carbon poate fi mărit cu 1;
Simbolurile grupei 1, altele decât E şi R, pot avea un sufix cu unul sau două cifre în scopul distingerii calităţilor în conformitate cu standardul de produs corespunzător;
Simbolurile E şi R ale grupei 1 pot fi urmate de o cifră care reprezintă 1oo x media sau conţinutul maxim de sulf rotunjit la cel mai apropiat 0,01 %.

11.1.2.2 Oţeluri nealiate cu un conţinut mediu de mangan ≥ 1%, oţeluri nealiate pentru automate şi oţeluri aliate (cu excepţia oţelurilor rapide) la care conţinutul mediu al fiecărui element de aliere este < 5%.

Tabelul 11.4

<table>
<tr><th colspan="3">Simboluri principale</th><th colspan="3">Simboluri suplimentare</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Litere</th><th rowspan="2">Conţinutul de carbon în %</th><th rowspan="2">Elemente de aliere</th><th colspan="2">Pentru oţel</th><th rowspan="2">Pentru produse de oţel</th></tr>
<tr><th>Grupa 1</th><th>Grupa 2</th></tr>
<tr><td>G = piese turnate din oţel(când este necesar)</td><td>Conţinutul mediu procentual de carbon specificat</td><td>Simbolurile chimice care indică elementele de aliere care caracterizează oţelul; Numere separate prin cratime, care reprezintă conţinutul mediu procentual al elementelor respective multiplicat cu următorii factori :
<table>
<tr><th>Element</th><th>Factor</th></tr>
<tr><td>Cr,Co,Mn,Ni, Si,W</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Al,Be,Cu,Mo, Nb,Pb,Ta,Ti, V,Zr</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Ce,N,P,S</td><td>100</td></tr>
<tr><td>B</td><td>1000</td></tr>
<tr><td colspan="2">Exemplu:13CrMo4-5</td></tr>
</table></td><td colspan="2"></td><td>Tabelele 11.5 şi 11.7</td></tr>
</table>

Observaţii: Pentru distingerea a două mărci de oţel similare, numărul care indică conţinutul de carbon poate fi mărit cu 1;
Înşiruirea simbolurilor elementelor de aliere trebuie făcută în ordine descrescătoare a valorilor conţinuturilor medii procentuale;
În cazul în care valorile conţinuturilor a două sau mai multe elemente sunt aceleaşi simbolurile respective trebuie notate în ordine alfabetică.

11.1.3 Simboluri care indică condiţii speciale pentru produsele de oţel.

Tabelul 11.5

Simbol	Semnificaţie
+ CH	Călibilitate miez
+ H	Călibilitate
+ Z 15	Proprietăţi garantate în sensul grosimii, gâtuire minimă = 15%
+ Z 25	Proprietăţi garantate în sensul grosimii, gâtuire minimă = 25%
+ Z 35	Proprietăţi garantate în sensul grosimii, gâtuire minimă = 35%

Observaţii: Simbolurile din tabel sunt separate de simbolurile precedente prin semnul plus (+);
Aceste simboluri indică condiţiile speciale care sunt caracteristici normale ale oţelului; totuşi pentru scopuri practice ele sunt utilizate ca simboluri pentru produsele din oţel.

11.1.4 Simboluri care indică tipul de acoperire pentru produsele de oţel.

Tabelul 11.6

Simbol	Semnificaţie
+ A	Acoperire de aluminiu prin imersie la cald
+ AS	Acoperire de aliaj aluminiu-siliciu
+ AZ	Acoperire de aliaj aluminiu-zinc (> 50% Al)
+ CE	Acoperire electrochimică de crom/oxid de crom (ECCS)
+ CU	Acoperire de cupru
+ S	Acoperire de staniu prin imersie la cald
+ SE	Acoperire electrochimică de staniu
+ T	Acoperire de aliaj plumb-staniu prin imersie la cald
+ TE	Acoperire electochimică de aliaj plumb-staniu
+ Z	Acoperire de zinc prin imersie la cald
+ ZA	Acoperire de aliaj zinc-aluminiu prin imersie la cald (> 50% Zn)
+ ZE	Acoperire electrochimică de zinc
+ ZF	Acoperire de aliaj zinc-fier prin imersie la cald
+ ZN	Acoperire electrochimică de aliaj zinc-nichel

Observaţie: Simbolurile din tabel sunt separate de simbolurile precedente prin semnul plus (+).

11.1.5 Simboluri care indică o condiţie de tratament termic pentru produsele de oţel.

Tabelul 11.7

Simbol	Semnificaţie
+ A	Recoacere de înmuiere
+ AC	Recoacere de globulizare a carburilor
+ AR	Aşa cum rezultă din laminare(fără o condiţie specială de laminare şi/sau de tratament termic
+ C	Ecruisare la rece
+ Cnnn	Ecruisare la rece în scopul obţinerii unei rezistenţe minime la tracţiune de nnn MPa
+ CPnnn	Ecruisare la rece în scopul obţinerii unei limite de curgere convenţionale la 0,2% de nnn MPa
+ HC	Laminare la cald urmată de o ecruisare la rece
+ LC	Ecruisare uşoară la rece(laminare de netezire sau tragere la rece)
+ M	Laminare termomecanică
+ N	Normalizare sau laminare normalizată
+ NT	Normalizare şi revenire
+ P	Durificare prin precipitare
+ Q	Călire
+ QA	Călire în aer
+ QO	Călire în ulei
+QT	Călire şi revenire
+ RA	Recoacere de recristalizare
+ SR	Detensionare
+ T	Revenire
+ TH	Tratament pentru un interval de duritate
+ U	Netratat
+ WW	Grad de deformare la cald

Observaţie: Simbolurile din tabel sunt separate de simbolurile precedente prin semnul plus (+).

11.1.6 Simbolizarea numerică a oţelurilor (SR EN 10027-2).

Simbolizarea numerică este complementară simbolizării alfanumerice stabilite prin SR EN 10027-1.

Aplicarea acestui sistem este obligatorie pentru mărcile de oţel specificate în standardele europene şi facultativ pentru oţelurile specificate în standardele naţionale sau de firmă.

Sistemul de simbolizare este limitat la oţeluri dar este astfel structurat încât poate fi aplicat şi altor produse fabricate industrial.

Simbolizarea numerică are un număr fix de cifre şi anume 5 şi este mai bine adaptată pentru prelucrarea automată a datelor comparativ cu simbolizarea alfanumerică.

Fiecare simbolizare numerică se referă numai la o singură marcă de oţel şi reciproc fiecărei mărci de oţel îi corespunde o singură simbolizare numerică.

11.1.6.1 Structura simbolizărilor numerice.

1. XX YY(ZZ)

unde:
1 – grupa de material (oţel); cifrele de la 2 la 9 sunt alocate altor materiale;
XX – grupa de oţel;
YY – număr de ordine;
(ZZ) - cifrele din paranteză sunt rezervate pentru o viitoare extensie.

11.1.6.2 Grupe de oţel –oţeluri nealiate.

Tabelul 11.8

Oţeluri nealiate			
Nr. crt.	Oţeluri de uz general	Oţeluri de calitate	Oţeluri speciale
0	**00** **90** Oţeluri de uz general		**10** Oţeluri cu proprietăţi fizice speciale
1		**01** **91** Oţel de construcţii de uz general cu R_m< 500 MPa	**11** Oţeluri de construcţii -oţeluri pentru recipiente sub presiune şi oţeluri pentru construcţii mecanice cu C<0,5%
2		**02** **92** Oţeluri de construcţii cu utilizări speciale care nu sunt supuse unui tratament termic cu R_m<500 MPa	**12** Oţeluri de construcţii -oţeluri pentru recipiente sub presiune şi oţeluri pentru construcţii mecanice cu C≥0,5%
3		**03** **93** Oţeluri cu conţinutul mediu de carbon <0,12% sau R_m<400 MPa	**13** Oţeluri de construcţii -oţeluri pentru recipiente sub presiune şi oţeluri pentru construcţii mecanice cu prescripţii speciale

Tabelul 11.8 - continuare

4		**04**	**94**	**14**
		Oţeluri cu conţinutul mediu de carbon ≥0,12% <0,25% sau R_m≥400 MPa < 500 MPa		
5		**05**	**95**	**15**
		Oţeluri cu conţinutul mediu de carbon ≥0,25% <0,55% sau R_m≥500 MPa < 700 MPa		Oţeluri de scule
6		**06**	**96**	**16**
		Oţeluri cu conţinutul mediu de carbon ≥0,55% sau R_m≥700 MPa		Oţeluri de scule
7		**07**	**97**	**17**
		Oţeluri cu conţinut ridicat de P sau S		Oţeluri de scule
8				**18** Oţeluri de scule
9				**19**

11.1.6.3 Grupe de oţel – oţeluri aliate.

Tabelul 11.9

Oţeluri aliate								
Nr crt.	**Oţeluri de calitate**		**Oţeluri speciale**					
			Oţeluri de scule	Oţeluri diverse	Oţeluri inox. şi refractare	Oţeluri de construcţii Oţeluri pentru recipiente sub presiune			
0			**20** Cr	**30**	**40** Oţeluri inox. cu Ni<2,5% fără Mo,Nb,Ti	**50** Mn-Si-Cu	**60** Cr-Ni cu ≥2,0<3%Cr	**70** Cr Cr B	**80** Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-MnMoV
1			**21** Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	**31**	**41** Oţeluri inox. cu Ni<2,5% cuMo,fără Nb,Ti	**51** Mn-Si Mn-Cr	**61**	**71** Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	**81** Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
2			**22** Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-VmnSi	**32** Oţeluri rapide cu cobalt	**42**	**52** Mn-Cu MnVSi MnSiV	**62** Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	**72** Cr-Mo cu < 0,35 % Mo Cr-Mo-B	**82** Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
3			**23** Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	**33** Oţeluri rapide fără cobalt	**43** Oţeluri inox. cu Ni≥2,5% fără Mo,Nb,Ti	**53** Mn-Ti Si-Ti	**63** Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	**73** Cr-Mo cu ≥ 0,35% Mo	**83**
4			**24** W Cr-W	**34**	**44** Oţeluri inox. cu Ni≥2,5%cu	**54** Mo Nb,TiV W	**64**	**74**	**84** Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti

Tabelul 11.9 - continuare

					Mo, fără Nb,Ti				
5.			**25** W-V Cr-W-V	**35** Oţeluri de rulmenţi	**45** Oţeluri inox.cu adaosuri speciale	**55** B Mn-B <1,65 % Mn	**65** Cr-Ni-Mo cu <0,4%Mo <0,2% Ni	**75** Cr-V cu < 2,0 % Cr	**85** Oţeluri de nitrurare
6.			**26** W dar mai puţin grupele 24,25 şi 27	**36** Materiale cu propr. magnetice speciale, fără Co	**46** Oţeluri inoxidabile şi aliaje de nichel refractare	**56** Ni	**66** Cr-Ni-Mo cu <0,4%Mo <3.5%Ni	**76** Cr-V cu ≥2% Cr	**86**
7			**27** Oţel cu Ni	**37** Materiale cu propr. magnetice speciale, cu Co	**47** Oţeluri refractare cu Ni<2,5%	**57** Cr-Ni cu <1,0% Cr	**67** Cr-Ni-Mo cu <0,4% Mo, Ni≥3,5% <5% sau cu ≥0,4% Mo	**77** Cr-Mo-V	**87** Oţeluri care nu sunt destinate tratamentului termic la utilizator
8	**08** Oţeluri cu proprietăţi fizice speciale	**98**	**28** Altele	**38** Materiale cu propr. fizice speciale fără Ni	**48** Oţeluri refractare cu Ni≥2,5%	**58** Cr-Ni cu ≥1% <1,5% Cr	**68** Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	**78**	**88** Oţeluri sudabile cu rezistenţă înaltă
9	**09** Oţeluri pentru alte utilizări	**99**	**29**	**39** Materiale cu propr. fizice speciale cu Ni	**49** Materiale cu propr. speciale la temperatură ridicată	**59** Cr-Ni cu ≥1,5 % <2% Cr	**69** Cr-Ni dar mai puţin grupele 57...68	**79** Cr-Mn-Mo Cr-Mn-MoV	**89** Oţeluri sudabile cu rezistenţă înaltă

11.2 OŢELURI DE CONSTRUCŢIE NEALIATE (SR EN 10025).

11.2.1 Mărci şi clase de calitate.

Sunt precizate şapte mărci de oţel :S185, S235, S275, S355, E295, E335 şi E360, care diferă prin caracteristici mecanice.

Mărcile S235 şi S275 se pot livra în clasele de calitate JR, JO şi J2. Marca S355 se poate livra în clasele de calitate JR, JO, J2 şi K2.

Produsele executate din mărcile S235 şi S275 au clasa de calitate J2 subîmpărţită în două clase de calitate J2G3 şi J2G4.

Pentru produse executate din S355 clasele de calitate J2 şi K2 se pot reîmpărţi în câte două clase de calitate:J2G3 şi J2G4, respectiv K2G3 şi K2G4.

Dacă nu se specifică capacitatea de deformare la rece mărcile S185, E295, E335 şi E360 şi mărcile de oţel S235, S275 şi S355 clasa de calitate JR sunt oţeluri de uz general (BS).

Oţelurile executate în clasele de calitate JO, J2G3, J2G4, K2G3 şi K2G4 sunt oţeluri de calitate (QS).

11.2.2 Notare.

Notarea unui oţel cuprinde: indicativul SR EN 10025 ; simbolul S(oţel) ; valoarea minimă specificată a limitei de curgere pentru grosimi ≤ 16 mm(MPa); simbolul clasei de calitate luând în considerare sudabilitatea şi valorile specificate ale energiei de rupere la încovoiere prin şoc; dacă

este cazul pentru oţelul S235 indicarea metodei de dezoxidare(G1 pentru oţelurile necalmate-FU sau G2 pentru oţelurile în altă stare decât necalmat-FN); simbolul suplimentar C pentru capacitatea de aplicaţii particulare; simbolul +N pentru produse livrate în starea N.

Exemplu de notare: oţel EN 10025 – S355 JOC.

11.2.3 Procedee de elaborare.

Procedeele de elaborare se lasă la alegerea producătorului. Pentru clasele de calitate JO, J2G3, J2G4, K2G3, K2G4 se poate stabili la momentul cererii un anumit procedeu de elaborare.

11.2.4 Metode de dezoxidare.

Metodele de dezoxidare sunt simbolizate astfel: FU – oţel necalmat; FN – oţel în altă stare decât necalmat, FF – oţel calmat complet. Pentru oţelul S235JR cumpărătorul poate specifica metoda de dezoxidare. Metodele de dezoxidare sunt precizate în tabelul 11.11.

11.2.5 Stare de livrare.

Pentru produse plate din S185, E295, E335, E360 şi S235, S275 şi S355 clasele JR şi JO starea de livrare este aleasă de producător. Produsele plate din clasele de calitateJ2G3 şi K2G3 se livrează în stare normalizată. Produsele plate din clasele J2G4 şi K2G4 se livrează în starea aleasă de producător.

Produsele lungi din S185, E295, E335 şi E360 şi mărcile S235, S275 şi S355 clasele JO, JR, J2G3 şi K2G3 se livrează în starea aleasă de producător Produsele lungi din clasele J2G4 şi K2G4 se livrează la alegerea producătorului.

Stările de livrare sunt prezentate în tabelul 11.10.

Tabelul 11.10

Mărci şi clase de calitate	Stare de livrare	
	Produse plate	Produse lungi
S185	Opţional[1)]	Opţional[1)]
S235JR , S235JO S275JR , S275JO S335JR , S355JO	Opţional[1)]	Opţional[1)]
S235J2G3 S275J2G3 S355J2G3 , S355K2G3	N	Opţional[1)]
S253J2G4 S275J2G4 S355J2G4 , S355K2G4	La alegerea producătorului[2)]	La alegerea producătorului[2)]
E295 , E335 , E360	Opţional[1)]	Opţional[1)]

Observaţii: 1) Dacă nu s-a stabilit altfel la momentul comenzii starea de livrare se lasă la alegerea producătorului;
2) Starea de livrare se lasă la alegerea producătorului.

11.2.6 Compoziţia chimică a oţelurilor de construcţie nealiate.

Tabelul 11.11

Notare		Metoda de dezoxidare	Subgrupa	C în %, max., pentru o grosime nominală de produs (mm)			Mn % max.	Si % max.	P % max.	S % max.	N % max.
Conform EN 10027-1 si ECISS IC 10	Conform EN 10027-2			≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40					
S185	1.0035	la alegere	BS	-	-	-	-	-	-	-	-
S235JR	1.0037	la alegere	BS	0,21	0,25	-	1,50	-	0.055	0.055	0.011
S235JRG1	1.0036	FU	BS	0,21	0,25	-	1,50	-	0,055	0,055	0,009
S235JRG2	1.0038	FN	BS	0,19	0,19	0,23	1,50	-	0,055	0,055	0,011
S235JO	1.0114	FN	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	-	0,050	0,050	0,011
S235J2G3	1.0116	FF	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	-	0,045	0,045	-
S235J2G4	1.0117	FF	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	-	0,045	0,045	-
S275JR	1.0044	FN	BS	0,24	0,24	0,25	1,60	-	0,055	0,055	0,011
S275JO	1.0143	FN	QS	0,21	0,21	0,21	1,60	-	0,050	0,050	0,011
S275J2G3	1.0144	FF	QS	0,21	0,21	0,21	1,60	-	0,045	0,045	-
S275J2G4	1.0145	FF	QS	0,21	0,21	0,21	1,60	-	0,045	0,045	-
S355JR	1.0045	FN	BS	0,27	0,27	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S355JO	1.0553	FN	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S355J2G3	1.0570	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	-
S355J2G4	1.0577	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	-
S355K2G3	1.0595	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	-
S355K2G4	1.0596	FF	QS	0,23	0,23	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	-
E295	1.0050	FN	BS	-	-	-	-	-	0,055	0,055	0,011
E335	1.0060	FN	BS	-	-	-	-	-	0,055	0,055	0,011
E360	1.0070	FN	BS	-	-	-	-	-	0,055	0,055	0,011

Observaţii: BS -- oţel de uz general; QS – oţel de caliate;
Depăşirea valorilor din tabel este admisă cu condiţia ca pentru fiecare creştere de 0,001% a conţinutului de azot, conţinutul de fosfor să se reducă cu 0,005%;
Nu se aplică valoarea maximă prescrisă pentru conţinutul de azot în cazul în care compoziţia chimică prezintă un conţinut minim de Al total de 0,020% .

11.2.7 Conţinutul de carbon echivalent.

Tabelul 11.12

Notare		Metoda de dezoxidare	Sugrupa	CEV* maxim pentru o grosime nominală de produs, în mm		
EN 10027-1	EN 10027-2			≤40	>40 ≤150	>150 ≤250
S235JR	1.0037	la alegere	BS	0,35	-	-
S235JRG1	1.0036	FU	BS	0,35	-	-
S235JRG2	1.0038	FN	BS	0,35	0,38	0,40
S235JO	1.0114	FN	QS	0,35	0,38	0,40
S235J2G3	1.0116	FF	QS	0,35	0,38	0,40
S235J2G4	1.0117	FF	QS	0,35	0,38	0,40
S275JR	1.0044	FN	BS	0,40	0,42	0,44
S275JO	1.0043	FN	QS	0,40	0,42	0,44
S275J2G3	1.0144	FF	QS	0,40	0,42	0,44
S275J2G4	1.0145	FF	QS	0,40	0,42	0,44
S355JR	1.0045	FN	BS	0,45	0,47	0,49
S355JO	1.0553	FN	QS	0,45	0,47	0,49
S355J2G3	1.0570	FF	QS	0,45	0,47	0,49
S355J2G4	1.0577	FF	QS	0,45	0,47	0,49
S355J2G3	1.0595	FF	QS	0,45	0,47	0,49
S355J2G4	1.0596	FF	QS	0,45	0,47	0,49

Observaţii: BS – oţel de uz general; QS – oţel de calitate;

*Conţinutul de carbon echivalent se calculează cu relaţia:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

11.2.8 Caracteristici mecanice.

11.2.8.1 Limita de curgere și rezistența la tracțiune.

Tabelul 11.13

Notare		Metoda de dezoxidare	Sub-grupa	Limita de curgere minimă R_{eH}, N/mm² Grosimea nominală, mm								Rezistența la tracțiune R_m, N/mm² Grosimea nominală, mm			
Conform EN10027-1 și ECISS IC 10	Conform EN10027-2			≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250
S185	1.0035	la alegere	BS	185	175	-	-	-	-	-	-	310...540	290...510	-	-
S235JR	1.0037	la alegere	BS	235	225	-	-	-	-	-	-	360...510	340...470	-	-
S235JRG1	1.0036	FU	BS	235	225	-	-	-	-	-	-	360...510	340...470	-	-
S235JRG2	1.0038	FN	BS	235	225	215	215	215	195	185	175	360...510	340...470	340...470	320...470
S235JO	1.0114	FN	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	360...510	340...470	340...470	320...470
S235J2G3	1.0116	FF	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	360...510	340...470	340...470	320...470
S235J2G4	1.0117	FF	QS	235	225	215	215	215	195	185	175	360...510	340...470	340...470	320...470
S275JR	1.0044	FN	BS	275	265	255	245	235	225	215	205	430...580	410...560	400...540	380...540
S275JO	1.0143	FN	QS												
S275J2G3	1.0144	FF	QS												
S275J2G4	1.0145	FF	QS												
S355JR	1.0045	FN	BS	355	345	335	325	315	295	285	275	510...630	490...630	470...630	450...630
S355JO	1.0553	FN	QS												
S355J2G3	1.0570	FF	QS												
S355J2G4	1.0577	FF	QS												
S355K2G3	1.0595	FF	QS												
S355K2G4	1.0596	FF	QS												
E295	1.0050	FN	BS	295	285	275	265	255	245	235	225	490...660	470...610	450...610	440...610
E335	1.0060	FN	BS	335	325	315	305	295	275	265	255	590...770	570...710	550...710	540...710
E360	1.0070	FN	BS	360	355	345	335	325	305	295	285	690...900	670...900	650...830	640...830

Observație: BS – oțel de uz general; QS – oțel de calitate.

11.2.8.2 Alungirea procentuală minimă (%).

Tabelul 11.14

Notare		Metodă de dezoxidare	Sub – grupa	Orientare epruvete	Alungirea procentuală minimă, %									
					$L_o = 80\,mm$ Grosimea nominală, mm					$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$ Grosimea nominală, mm				
Conform EN10027-1 si ECISS IC 10	Conform EN10027-2				≤ 1	> 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2	> 2 ≤ 2,5	> 2,5 < 3	> 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250
S185	1.0035	La alegere	BS	l	10	11	12	13	14	18	-	-	-	-
				t	8	9	10	11	12	16	-	-	-	-
S235JR	1.0037	La alegere	BS	l	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21
S235JRG1	1.0036	FU	BS											
S235JRG2	1.0038	FN	BS											
S235JO	1.0114	FN	QS											
S235J2G3	1.0116	FF	QS											
S235J2G4	1.0117	FF	QS	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21
S275JR	1.0044	FN	BS	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17
S275JO	1.0143	FN	QS											
S275J2G3	1.0144	FF	QS											
S275J2G4	1.0145	FF	QS	t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17
S355JR	1.0045	FN	BS	l	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17
S355JO	1.0553	FN	QS											
S355J2G3	1.0570	FF	QS											
S355J2G4	1.0577	FF	QS											
S355K2G3	1.0595	FF	QS											
S355K2G4	1.0596	FF	QS	t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17
E295	1.0050	FN	BS	l	12	13	14	15	16	20	19	18	16	15
				t	10	11	12	13	14	18	17	16	15	14
E335	1.0060	FN	BS	l	8	9	10	11	12	16	15	14	12	11
				t	6	7	8	9	10	14	13	12	11	10
E360	1.0070	FN	BS	l	4	5	6	7	8	11	10	9	8	7
				t	3	4	5	6	7	10	9	8	7	6

Observații: BS – oțel de uz general; QS – oțel de calitate;

La produsele de grosime ≥ 3 mm se utilizează epruvete proporționale cu lungimea între repere $L_0 = 5{,}65\sqrt{s}$

Pentru încercări curente se pot utiliza epruvete cu lungime constantă conform ISO 2566.

11.2.8.3 Energia de rupere KV la încovoiere prin şoc.

Tabelul 11.15

Notare		Metoda de dezoxidare	Subgrupa	Temperatura ^{0}C	Energia de rupere minimă, J	
					grosime nominală, mm	
Conform EN 10027-1	Conform EN 10027-2				>10 ≤ 150	>150 ≤ 250
S185	1.0035	la alegere	BS	-	-	-
S235JR	1.0037	la alegere	BS	20	27	-
S235JRG1	1.0036	FU	BS	20	27	-
S235JRG2	1.0038	FN	BS	20	27	23
S235JO	1.0114	FN	QS	0	27	23
S235J2G3	1.0116	FF	QS	-20	27	23
S235J2G4	1.0117	FF	QS	-20	27	23
S275JR	1.0044	FN	BS	20	27	23
S275JO	1.0143	FN	QS	0	27	23
S275J2G3	1.0144	FF	QS	-20	27	23
S275J2G4	1.0145	FF	QS	-20	27	23
S355JR	1.0045	FN	BS	20	27	23
S355JO	1.0553	FN	QS	0	27	23
S355J2G3	1.0570	FF	QS	-20	27	23
S355J2G4	1.0577	FF	QS	-20	27	23
S355K2G3	1.0595	FF	QS	-20	40	33
S355K2G4	1.0596	FF	QS	-20	40	33
E295	1.0050	FN	BS	-	-	-
E335	1.0060	FN	BS	-	-	-
E360	1.0070	FN	BS	-	-	-

Observaţii: FU – oţel necalmat; FN – oţel în altă stare decât necalmat, FF – oţel calmat complet; BS – oţel de uz general ; QS –oţel de caliate.

11.2.9 Proprietăţi tehnologice.

Tabelul 11.16

Notare		Subgrupa	Capacitate pentru		
EN 10027-1	EN 10027-2		Îndoire la rece	Profilare la rece în matriţă	Tragere la rece
S235JRC	1.0120	QS	*	*	*
S235JRG1C	1.0121	QS	*	*	*
S235JRG2C	1.0122	QS	*	*	*
S235JOC	1.0115	QS	*	*	*
S235J2G3C	1.0118	QS	*	*	*
S253J2G4C	1.0119	QS	*	*	*
S275JRC	1.0128	QS	*	*	*
S275JOC	1,0140	QS	*	*	*
S275J2G3C	1.0141	QS	*	*	*
S275J2G4C	1.0142	QS	*	*	*
S355JRC	1.0551	QS	-	-	*
S355JOC	1.0554	QS	*	*	*
S355J2G3C	1.0569	QS	*	*	*
S355J2G4C	1.0579	QS	*	*	*

Tabelul 11.16 - continuare

S355K2G3C	1.0593	QS	*	*	*
S355K2G4C	1.0594	QS	*	*	*
E295C	1.0533	QS	-	-	*
E335	1.0543	QS	-	-	*
E360C	1.0633	QS	-	-	*

Observaţie: QS – oţel de calitate.

11.2.10 Sudabilitatea.

Oţelurile din SR EN 10025 nu prezintă o capacitate nelimitată la diverse procedee de sudare deoarece comportamentul unui oţel, la şi după sudare, nu depinde numai de material ci şi de dimensiuni, de formă, de execuţie şi condiţiile de exploatare ale elementelor de construcţie.

Pentru mărcile de oţel S185, E295, E335 şi E360 nu se dau informaţii referitoare la sudabilitate deoarece nu sunt precizate prescripţii referitoare la compoziţa chimică.

Oţelurile executate în clasele de calitate JR, JO, J2G3, J2G4, K2G3 şi K2G4 au în general capacitate de sudare pentru toate procedeele. Sudabilitatea creşte de la clasa de calitate JR la clasa de calitate K2.

Pentru oţelul S235JR se preferă oţelurile calmate celor necalmate, mai ales dacă în timpul sudării se pot întâlni zonele de segregaţie.

Cu creşterea grosimii produsului şi rezistenţei acestuia şi cu creşterea valorii carbonului echivalent, fisurarea la rece în zona sudată constituie riscul principal. Fisurarea la rece se datorează următorilor factori: conţinutul de hidrogen difuzibil în metalul de aport, structura fragilă în zona influenţată termic, concentrări de tensiuni importante în îmbinarea sudată.

Condiţiile de sudare şi diferitele domenii de sudabilitate recomandate pentru mărcile de oţel pot fi determinate în funcţie de grosimea produsului, de energia de sudare aplicată, de randamentul electrodului de sudare, de procedeul de sudare, de caracteristicile metalului de aport şi de prescripţiile referitoare la proiectare.

11.2.11 Oţeluri de construcţie nealiate (SR EN 10025) – corespondenţe.

Tabelul 11.17

Simbolizare		Germania	Franţa	Marea Britanie	Italia	Austria	Suedia
EN 10027-1	EN 10027-2						
S185	1.0035	St 33	A 33	-	Fe 320	St 320	13 00-00
S235JR	1.0037	St 37-2	E 24-2	-	Fe 360 B	USt 360-B	13 11-00
S235JRG1	1.0036	USt 37-2	-	-	-	RSt 360 B	-
S235JRG2	1.0038	RSt 37-2	-	40 B	-	St 360 C	13 12-00
S235JO	1.0114	St 37-3U	E 24-3	40 C	Fe 360 C	St 360 CE	-
S235J2G3	1.0116	St 37-3N	E 24-4	40 D	Fe 360 D	St 360 D	-
S235J2G4	1.0117		-	-	-	-	-
S275JR	1.0044	St 44-2	E 28-2	43 B	Fe 430 B	St 430 B	14 12-00
S275JO	1.0143	St 44-3U	E 28-3	43 C	Fe 430 C	St 430 C	-
S275J2G3	1.0144	St 44-3N	E 28-4	43 D	Fe 430 D	St 430 CE	14 14-00
S275J2G4	1.0145	-	-	-	-	St 430 D	14 14-01
S355JR	1.0045	-	E 36-2	50 B	Fe 510 B	-	-
S355JO	1.0553	St 52-3U	E 36-3	50 C	Fe 510 C	St 510 C	-
S355J2G3	1.0570	St 52-3N	-	50 D	Fe 510D	St 510 D	-
S355J2G4	1.0577	-	-	-	-	-	-
S355K2G3	1.0595	-	E 36-4	50 DD	-	-	-
S355K2G4	1.0596	-	-	-	-	-	-
E295	1.0050	St 50-2	A 50-2	-	Fe 480	St 490	15 50-00 15 50-01
E335	1.0060	St 60-2	A 60-2	-	Fe 580	St 590	16 50-00 16 50-01
E360	1.0070	St 70-2	A 70-2	-	Fe 690	St 690	16 55-00 16 55-01

11.2.12 Corespondenţe DIN 17100 – SR EN 10025.

Tabelul 11.18

DIN 17100	Nr. material	SR EN 10025	STAS 500
St 33	1.0035	S 185	OL 34
St 37-2	1.0037	S 235 JR	OL 37-2
St 37 - 3	1.0114	S 235 JO	OL 37-3
St 44 – 2	1.0044	S 275 JR	OL 44-2
St 44 - 3	1.0143	S 275 JO	OL 44-3
St 52 - 0	1.0045	S 355 JR	OL 52-2
St 52 - 3	1.0553	S 355 JO	OL 52-3
St 50 - 2	1.0050	E 295	OL 50
St 60 - 2	1.0060	E 355	OL 60
St 70 -2	1.0070	E 360	OL 70

Observaţii: JR – valoarea energiei de rupere la încovoiere prin şoc este de minimum 27 J la temperatura de 20^0C;
JO – valoarea energiei de rupere la încovoiere prin şoc este de minimum 27 J la temperatura de 0^0C.

11.2.13 Oţeluri nealiate de construcţii – domenii de utilizare.

Tabelul 11.19

Marca de oţel SR EN 10025	Domenii de utilizare
S 185	Elemente de construcţii metalice de uz general supuse la solicitări mici şi moderate:plăci de fundaţi, flanşe pentru recipienţi de joasă presiune, mufe, tiranţi, rame,carcase şi capace, armături, lanţuri, clicheţi, plase sudate pentru oţel beton,cârlige de tranţiune,piese ambutisate etc.
St 235 JR S 235 JO	Elemente de construcţii metalice sudate sau îmbinate prin alte procedee : poduri de şosea sau cale ferată, ferme, rezervoare, stâlpi, elemente de structuri portante la maşini şi utilaje, batiuri sudate, organe de maşini supuse la tensiuni moderate, lanţuri, plase sudate pentru beton armat etc.
S 275 JR S 275 JO	Organe de maşini supuse la solicitări moderate : biele, manivele, axe şi arbori, roţi dinţate, piese canelate şi filetate, oţel beton etc Elemente de construcţii metalice sudate supuse la solicitări relativ ridicate şi care trebuie să prezinte suficientă garanţie faţă de ruperea fragilă .
S 355 JR S 355 JO	Elemente de construcţii metalice puternic solicitate : stâlpi pentru linii electrice aeriene, căi de rulare, macarale, şasiuri de autovehicule, rezervoare de mare capacitate etc
E 295	Elemente de construcţii mecanice supuse la solicitări mecanice ridicate: bare de tracţiune, arbori drepţi şi cotiţi, arbori pentru pompe şi turbine, cârlige de macara, şuruburi de precizie, piuliţe, volanţi, scule pentru regim uşor de aşchiere, roţi dinţate pentru viteze periferice mici etc.
E 355	Elemente de construcţii mecanice supuse la solicitări mecanice ridicate: arbori drepţi şi cotiţi, şuruburi de precizie, piuliţe, scule, roţi dinţate pentru viteze periferice moderate etc.
E 360	Organe de maşini supuse la uzare : arbori canelaţi, pene, cuplaje, roţi dinţate, melci pentru transport, fusuri pentru prese, ştifturi de centrare, roţi de lanţ etc.

11.3 Oţeluri nealiate şi oţeluri aliate pentru călire şi revenire (SR EN 10083).

11.3.1 Corespondenţe oţeluri de calitate nealiate (SR EN 10083-2).

Tabelul 11.20,a

EN 10083 - 2	ISO 683 - 1	Număr material DIN EN 10083	Oţeluri nealiate STAS 880
1 C 22	-	1.0402	OLC 20
1 C 25	C 25	1.0406	OLC 25
1 C 30	C 30	1.0528	OLC 30
1 C 35	C 35	1.0501	OLC 35

Tabelul 11.20,a - continuare

1 C 40	C 40	1.0511	OLC 40
1 C 45	C 45	1.0503	OLC 45
1 C 50	C 50	1.0540	OLC 50
1 C 55	C 55	1.0535	OLC 55
1 C 60	C 60	1.0601	OLC 60

Tabelul 11.20,b

EN 10083-2	ISO 683 - 1	Germania – DIN EN 10083		Franţa
		Simbolizare alfanumerică	Număr material	
1 C 22	-	C 22	1.0402	-
1 C 25	C 25	C 25	1.0406	-
1 C 30	C 30	C 30	1.0528	AF50,C30
1 C 35	C 35	C 35	1.0501	AF55,C35
1 C 40	C 40	C 40	1.0511	AF60,C40
1 C 45	C 45	C 45	1.0503	AF65,C45
1 C 50	C 50	C 50	1.0540	-
1 C 55	C 55	C 55	1.0535	AF70,C55
1 C 60	C 60	C 60	1.0601	-

11.3.2 Corespondenţe oţeluri nealiate şi aliate.

Tabelul 11.21

EN 10083 - 1	ISO 683 - 1	Număr material DIN EN 10083	Oţeluri nealiate STAS 880
Oţeluri nealiate			
2 C 22	-	1.1151	OLC 20 X
3 C 22	-	1.1149	OLC 20 XS
2 C 25	C 25 E 4	1.1168	OLC 25 X
3 C 25	C 25 M 2	1.1163	OLC 25 XS
2 C 30	C 30 E 4	1.1178	OLC 30 X
3 C 30	C 30 M 2	1.1179	OLC 30 XS
2 C 35	C 35 E 4	1.1181	OLC 35 X
3 C 35	C 35 M 2	1.1180	OLC 35 XS
2 C 40	C 40 E 4	1.1186	OLC 40 X
3 C 40	C 40 M 2	1.1189	OLC 40 XS
2 C 45	C 45 E 4	1.1191	OLC 45 X
3 C 45	C 45 M 2	1.1201	OLC 45 XS
2 C 50	C 50 E 4	1.1206	OLC 50 X
3 C 50	C 50 M 2	1.1241	OLC 50 XS
2 C 55	C 55 E 4	1.1203	OLC 55 X
3 C 55	C 55 M 2	1.1209	OLC 55 XS
2 C 60	C 60 E 4	1.1221	OLC 60 X
3 C 60	C 60 M 2	1.1223	OLC 60 XS
EN 10083 - 1	**ISO 683 - 1**	**Număr material DIN EN 10083**	**Oţeluri aliate STAS 791**
Oţeluri aliate			
28 Mn 6	28 Mn 6	1.1170	-
38 Cr 2	-	1.7003	-

Tabelul 11.21 - continuare

38 CrS 2	-	1.7023	-
46 Cr 2	-	1.7006	-
46 CrS 2	-	1.7026	-
34 Cr 4	34 Cr 4	1.7033	-
34 CrS 4	34 CrS 4	1.7037	-
37 Cr 4	37 Cr 4	1.7034	-
37 CrS 4	37 CrS 4	1.7037	-
41 Cr 4	41 Cr 4	1.7035	40 Cr 10 X
41 CrS 4	41 CrS 4	1.7039	40 Cr 10 XS
25 CrMo 4	25 CrMo 4	1.7218	26 MoCr 11 X
25 CrMoS 4	25 CrMoS 4	1.7213	26 MoCr 11 XS
34CrMo 4	34 CrMo 4	1.7220	34 MoCr 11 X
34 CrMoS 4	34 CrMoS 4	1.7226	34 MoCr 11 XS
42 CrMo 4	42 CrMo 4	1.7225	42 MoCr 11 X
42 CrMoS 4	42 CrMoS 4	1.7227	42 MoCr 11 XS
50 CrMo 4	50 CrMo 4	1.7228	-
36 CrNiMo 4	36 CrNiMo 4	1.6511	34 MoCrNi 16
34 CrNiMo 6	36 CrNiMo 6	1.6582	34MoCrNi 16
30 CrNiMo 8	31 CrNiMo 8	1.6580	30 MoCrNi 20
36 NiCrMo 16	-	-	-
51 CrV 4	51 CrV 4	1.8159	51 VMnCr 11 X

11.3.3 Comparaţie între mărcile de oţel cu alte standarde naţionale.

Tabelul 11.22,a

EN 10083-1	ISO 683-1	Germania		Marea Britanie
		Simbol alfanumeric	Număr de material	
2 C 22	-	Ck 22	1.1151	070M20
3 C 22	-	Cm 22	1.1149	
2 C 25	C 25 E4	Ck 25	1.1158	070M26
3 C 25	C 25 M2	Cm 25	1.1163	
2 C 30	C 30 E4	Ck 30	1.1178	080M30
3 C 30	C 30 M2	Cm 30	1.1179	
2 C 35	C 35 E4	Ck 35	1.1181	080M36
3 C 35	C 35 M2	Cm 35	1.1180	
2 C 40	C 40 E4	Ck 40	1.1186	080M40
3 C 40	C 40 M2	Cm 40	1.1189	
2 C 45	C 45 E4	Ck 45	1.1189	080M46
3 C 45	C 45 M2	Cm 45	1.1201	
2 C 50	C 50 E4	Ck 50	1.1206	080M50
3 C 50	C 50 M2	Cm 50	1.1241	
2 C 55	C 55 E4	Ck 55	1.1203	080M55
3 C 55	C 55 M2	Cm 55	1.1209	
2 C 60	C 60 E4	Ck 60	1.1221	070M60
3 C 60	C 60 M2	Cm 60	1.1223	
28 Mn 6	28 Mn 6	28 Mn 6	1.1170	150M19
38 Cr 2	-	38 Cr 2	1.7003	-
38 CrS 2	-	38 CrS2	1.7023	
46 Cr 2	-	46 Cr 2	1.7006	-

Tabelul 11.22,a - continuare

46 CrS 2	-	46 CrS 2	1.7025	
34 Cr 4	34 Cr 4	34 Cr 4	1.7033	530M32
34 CrS 4	34 CrS 4	34 CrS 4	1.7037	
37 Cr 4	37 Cr 4	37 Cr 4	1.7034	530M36
37 CrS 4	37 CrS 4	37 CrS 4	1.7038	
41 Cr 4	41 Cr 4	41 Cr 4	1.7035	530M40
41 CrS 4	41 CrS 4	41 CrS 4	1.7039	
25 CrMo 4	25 CrMo 4	25 CrMo 4	1.7218	708M25
25 CrMoS 4	25 CrMoS 4	25 CrMoS 4	1.7213	
34 CrMo 4	34 CrMo 4	34 CrMo 4	1.7220	708M32
34 CrMoS 4	34 CrMoS 4	34 CrMoS 4	1.7226	
42 CrMo 4	42 CrMo 4	42 CrMo 4	1.7225	708M40
42 CrMoS 4	42 CrMoS 4	42 CrMoS 4	1.7227	
50 CrMo 4	50 CrMo 4	50 CrMo 4	1.7226	708M50
36 CrNiMo 4	36 CrNiMo 4	36 CrNiMo 4	1.6511	817M37
34 CrNiMo6	34 CrNiMo 4	34 CrNiMo 6	1.6582	817M40
30 CrNiMo 8	31 CrNiMo 6	30 CrNiMo 8	1.6580	823M30
36 NiCrMo 16	-	-	-	835M30
51 CrV 4	51 CrV 4	50 CrV 4	1.8159	735A50

Tabelul 11.22,b

EN 10083-1	Franța	Suedia	Finlanda	Spania
2 C 22	XC 18	-	-	-
3 C 22	XC 18 u	-	-	-
2 C 25	XC 25	-	-	C 25 K
3 C 25	XC 25 u	-	-	C 25 K1
2 C 30	XC 32	-	-	-
3 C 30	XC 32 u	-	-	-
2 C 35	XC 38 H1	1572	C 35	C 35 K
3 C 35	XC 38 H1u			C 35 K1
2 C 40	XC 42 H1	-	-	-
3 C 40	XC 42 H1u	-	-	-
2 C 45	XC 48 H1	1672	C 45	C 45 K
3 C 45	XC 48 H1u			C 45 K1
2 C 50	-	1674	-	-
3 C 50	-		-	-
2 C 55	XC 55 H1	-	-	C 55 K
3 C 55	XC 55 H1u	-	-	C 55 K1
2 C 60	-	-	-	-
3 C 60	-	-	-	-
28 Mn 6	-	-	-	-
38 Cr 2	-	38 C 2	-	-
38 CrS 2	-	38 C 2 u	-	-
46 Cr 2	-	-	-	-
46 CrS 2	-	-	-	-
34 Cr 4	32 C 4	-	-	-
34 CrS 4	32 C 4 u	-	-	-
37 Cr 4	38 C 4	-	-	38 Cr 4
37 CrS 4	38 C 4 u		-	38 Cr 4-1
41 Cr 4	42 C 4	2245	-	42 Cr 4

Tabelul 11.22,b - continuare

41 CrS 4	42 C 4 u		-	42 Cr 4-1
25 CrMo 4 25 CrMoS 4	25 CD 4 25 CD 4 u	2225	25 CrMo 4	- -
34 CrMo 4 34 CrMoS 4	34 CD 4 34 CD 4 u	2234	34 CrMo 4	- -
42 CrMo 4 42 CrMoS 4	42 CD 4 42 CD 4 u	2244	42 CrMo 4	40 CrMo 4 40 CrMo 4-1
50 CrMo 4	-	-	-	-
36 CrNiMo 4	-	-	-	-
34 CrNiMo6	-	2541	34 CrNiMo 6	-
30 CrNiMo 8	30 CND 8	-	-	-
36 NiCrMo 16	35 NCD 16	-	-	-
51 CrV 4	50 CV 4	-	-	51 CrV 4

11.3.4 Oţeluri nealiate - caracteristici mecanice în stare normalizată.

Tabelul 11.23

Marca de oţel	Caracteristici mecanice pentru o secţiune cu diametrul d sau, în cazul produselor plate, cu o grosime t de:								
	d ≤ 16 mm t ≤ 16 mm			16 mm < d ≤ 100 mm 16 mm < t ≤ 100 mm			100 mm < d ≤ 250 mm 100 mm < t ≤ 250 mm		
	$R_{p\,0,2}$ MPa	R_m MPa	A min. %	$R_{p\,0,2}$ MPa	R_m MPa	A min. %	$R_{p\,0,2}$ MPa	R_m MPa	A min. %
1 C 22	240	430	24	210	410	25	-	-	-
1 C 25	260	470	22	230	440	23	-	-	-
1 C 30	280	510	20	250	480	21	230	460	21
1 C 35	300	550	18	270	520	19	245	500	19
1 C 40	320	580	16	290	550	17	260	530	17
1 C 45	340	620	14	305	580	16	275	560	16
1 C 50	355	650	12	320	610	14	290	590	14
1 C 55	370	680	11	330	640	12	300	620	12
1 C 60	380	710	10	340	670	11	310	650	11

11.3.5 Oţeluri nealiate - caracteristici mecanice în stare călită şi revenită.

Tabelul 11.24

Marca de oţel	Caracteristici mecanice pentru o secţiune cu diametrul d sau, în cazul produselor plate, cu o grosime t de:											
	d ≤ 16 mm t ≤ 8 mm				16 mm < d ≤ 40 mm 8 mm < t ≤ 20 mm				40 mm < d ≤ 100 mm 20 mm < t ≤ 60 mm			
	$R_{p\,0,2}$ MPa	R_m MPa	A min. %	Z min. %	$R_{p\,0,2}$ MPa	R_m MPa	A min. %	Z min. %	$R_{p\,0,2}$ MPa	R_m MPa	A min. %	Z min. %
1C22	340	500... 650	20	50	290	470... 620	22	50	-	-	-	-
1C25	370	550... 700	19	45	320	500... 650	21	50	-	-	-	-

Tabelul 11.24 - continuare

1C30	400	600... 780	18	40	350	550... 700	20	45	300	500... 650	21	50
1C35	430	630... 780	17	40	380	600... 750	19	45	320	550... 700	20	50
1C40	460	650... 800	16	35	400	630... 780	18	40	350	600... 750	19	45
1C45	490	700... 850	14	35	430	650... 800	16	40	370	630... 780	17	45
1C50	520	750... 900	13	30	460	700... 850	15	35	400	650... 800	16	40
1C55	550	800... 950	12	30	490	750... 900	14	35	420	700... 850	15	40
1C60	580	850... 1000	11	25	520	800... 950	13	30	450	750... 900	14	35

11.3.6 Oţeluri nealiate – condiţii de tratament termic.

Tabelul 11.25

Marca de oţel	Călire[1)2)] ^0C	Mediu de călire[3)]	Revenire[4)] ^0C	Normalizare[2)] ^0C
1 C 22	860 ... 900	Apă	550 ... 660	880 ... 920
1 C 25	860 ... 900			880 ... 920
1 C 30	859 ... 890			870 ... 910
1 C 35	840 ... 880	Apă sau ulei		860 ... 900
1 C 40	830 ... 870			850 ... 890
1 C 45	820 ... 860			840 ... 880
1 C 50	810 ... 850	Ulei sau apă		820 ... 870
1 C 55	805 ... 845			825... 865
1 C 60	800 ... 840			820 ... 860

Observaţii: Valorile din tabel au o valoare orientativă.

1) Limita inferioară se utilizează la călirea în apă, iar limita superioară la călirea în ulei.
2) Durata orientativă de austenitizare cca.30 min.
3) La alegerea mediului de călire se va lua în considerare şi alţi parametrii:forme, dimensiuni, temperatură etc.
4) Durata orientativă de revenire este de minimum 60 min.

11.3.7 Oţeluri nealiate – duritatea minimă a benzilor în stare călită.

Tabelul 11.26

Marca de oţel	Duritatea minimă HV	Grosimea maximă a benzii mm
1 C 40	510	2
1 C 45	560	2
1 C 50	600	2
1 C 55	650	2
1 C 60	670	2

11.3.8 Oţeluri nealiate – caracteristici mecanice în stare normalizată.

Tabelul 11.27

Marca de oţel	Caracteristici mecanice pentru o secţiune cu diametrul d sau, în cazul produselor plate, cu o grosime t de:								
	d ≤ 16 mm t ≤ 16 mm			16 mm < d ≤ 100 mm 16 mm < t ≤ 100 mm			100 mm < d ≤ 250 mm 100 mm < t ≤ 250 mm		
	$R_{p\,0,2}$ MPa min.	R_m MPa min.	A % min.	$R_{p\,0,2}$ MPa min.	R_m MPa min.	A % min.	$R_{p\,0,2}$ MPa min.	R_m MPa min.	A % min.
2 C 22 3 C 22	240	430	24	210	410	26	-	-	-
2 C 25 3 C 25	260	470	22	230	440	23	-	-	-
2 C 30 3 C 30	280	510	20	250	480	21	230	460	21
2 C 35 3 C 35	300	550	18	270	520	19	245	500	19
2 C 40 3 C 40	320	580	16	290	550	17	260	530	17
2 C 45 3 C 45	340	620	14	305	590	16	275	560	16
2 C 50 3 C 50	355	650	12	320	610	14	290	590	14
2 C 55 3 C 55	370	680	11	330	640	12	300	620	12
2 C 60 3 C 60	380	710	10	340	670	11	310	650	11

11.3.9 Oţeluri pentru călire şi revenire – duritatea minimă a benzilor în stare călită.

Tabelul 11.28

Marca de oţel	Duritatea minimă HV	Grosimea maximă a benzii mm
2 C 40	510	2
2 C 45	560	2
2 C 50	600	2
2 C 55	650	2
2 C 60	670	2
34 Cr 4	510	2
37 Cr 4	530	2
41 Cr 4	560	2
25 CrMo 4	430	2
34 CrMo 4	510	2
42 CrMo 4	560	2
50 CrMo 4	680	3
51 CrV 4	680	3

11.3.10 Oţeluri de călire şi revenire – caracteristici mecanice în stare călită şi revenită.

Tabelul 11.29

Marca de oţel	Caracteristici mecanice pentru o secţiune cu diametrul d sau, în cazul produselor plate, cu o grosime t de:											
	d ≤ 16 mm t ≤ 8 mm				16 mm < d ≤ 40 mm 8 mm < t ≤ 20 mm				40 mm < d ≤ 100 mm 20 mm < t ≤ 60 mm			
	$R_{p\,0.2}$ MPa min.	R_m MPa	A % min.	Z % min.	$R_{p\,0.2}$ MPa min.	R_m MPa	A % min.	Z % min.	$R_{p\,0.2}$ MPa min.	R_m MPa	A % min.	Z % min.
2 C 22 3 C 22	340	500.. 650	20	50	290	470.. 620	22	50	-	-	-	-
2 C 25 3 C 25	370	550.. 700	19	45	320	500.. 650	21	50	-	-	-	-
2 C 30 3 C 30	400	600.. 750	18	40	350	550.. 700	20	45	300	500.. 650	21	50
2 C 35 3 C 35	430	630.. 780	17	40	380	600.. 750	19	45	320	550.. 700	20	50
2 C 40 3 C 40	460	650.. 800	16	35	400	630.. 780	18	40	350	600.. 750	19	45
2 C 45 3 C 45	490	700.. 850	14	35	430	650.. 800	16	40	270	630.. 780	17	45
2 C 50 3 C 50	520	750.. 900	13	30	460	700.. 850	15	35	400	650.. 800	15	40
2 C 55 3 C 55	550	800.. 950	12	30	490	750.. 900	14	35	420	700.. 850	15	40
2 C 60 3 C 60	580	850.. 1000	11	25	520	800.. 950	13	30	450	750.. 900	14	35
28Mn6	590	800.. 950	13	40	490	700.. 850	15	45	440	650.. 800	16	50
38Cr2 38CrS2	550	800.. 950	14	35	450	700.. 850	15	40	350	600.. 750	17	45
46Cr2 46CrS2	650	900.. 1100	12	35	550	800.. 950	14	40	400	650.. 800	15	45
34Cr2 34CrS2	700	900.. 1100	12	35	590	800.. 950	14	40	460	700.. 850	15	45
37Cr4 37CrS4	750	950.. 1150	11	35	630	850.. 1000	13	40	510	750.. 900	14	40
41Cr4 41CrS4	800	1000.. 1200	11	30	660	900.. 1100	12	35	560	800.. 950	14	40
25CrMo4 25CrMoS4	700	900.. 1000	12	50	600	800.. 950	14	55	450	700.. 850	15	60
34CrMo4 34CrMoS4	800	1100.. 1200	11	45	650	900.. 1100	12	50	550	800.. 950	14	55
42CrMo4 42CrMoS4	900	1100.. 1300	10	40	750	1000.. 1200	11	45	650	900.. 1100	12	50
50CrMo4	900	1100.. 1300	9	40	780	1000.. 1200	10	45	700	900.. 1100	12	50
36CrNiMo4	900	1100.. 1300	10	45	800	1000.. 1200	11	50	700	900.. 1100	12	55
34CrNiMo6	1000	1200.. 1400	9	40	900	1100.. 1300	10	45	800	1000.. 1200	11	50
30CrNiMo8	1050	1250.. 1450	9	40	1050	1250.. 1450	9	40	900	1100.. 1300	10	45

Tabelul 11.29 - continuare

26CrNiMo16	1050	1250.. 1450	9	40	1050	1250.. 1450	9	40	900	1100.. 1300	10	45
51CrV4	900	1100.. 1300	9	40	800	1000.. 1200	10	45	700	900.. 1100	12	50

11.3.11 Oţeluri de călire şi revenire – condiţii de tratament termic.

Tabelul 11.30

Marca de oţel	Călire[1][2] ^0C	Mediu de călire[3]	Revenire[4] ^0C	Normalizare[2] ^0C
2 C 22, 3 C 22	860 ... 900	Apă	550 ... 660	880 ... 920
2 C 25, 3 C 25	860 ... 900			
2 C 30, 3 C 30	850 ... 890			870 ... 910
2 C 35, 3 C 30	840 ... 940	Apă sau ulei		860 ... 900
2 C 40, 3 C 40	830 ... 870			850 ... 890
2 C 45, 3 C 45	820 ... 860			840 ... 880
2 C 50, 3 C 50	810 ... 850	Ulei sau apă		830 ... 870
2 C 55, 3 C 55	805 ... 845			825 ... 865
2 C 60, 3 C 60	800 ... 840			820 ... 860
28 Mn 6	830 ... 870	Apă sau ulei	540 ... 680	850 ... 890
38 Cr 2, 38 CrS 2	830 ... 870	Ulei sau apă		-
46 Cr 2, 46 CrS 2	820 ... 860			-
34 Cr 4, 34 CrS 4	830 ... 870	Apă sau ulei		-
37 Cr 4, 34 CrS 4	825 ... 865	Ulei sau apă		-
41 Cr 4 41 CrS 4	820 ... 860			-
25 CrMo 4 25 CrMoS 4	840 ... 880	Apă sau ulei		-
34 CrMo 4 34 CrMoS 4	830 ... 870	Ulei sau apă		-
42 CrMo 4 42 CrMoS 4	820 ... 860			-
50 CrMo 4	820 ... 860	Ulei		-
36 CrNiMo 4	820 ... 860	Ulei sau apă		-
34 CrNiMo 6	830 ... 860	Ulei	540 ... 660	-
30 CrNiMo 8	830 ... 860			-
36 NiCrMo16	865 ... 885	Aer sau ulei	550 ... 650	-
51 CrV 4	820 ... 860	Ulei	540 ... 680	-

Observaţii: Condiţiile indicate în tabel au valoare orientativă.

1) Limita inferioară se utilizează la călirea în apă, iar limita superioară la călirea în ulei.

2) Durata orientativă de austenitizare este de minimum 30 min.

3) La alegerea mediului de călire se va lua în considerare şi alţi parametrii:forme, dimensiuni, temperatură etc.

4) Durata orientativă de revenire este de minimum 60 min.

11.3.12 Mărci de oţel (SR EN 10083-1) – compoziţie chimică.

Tabelul 11.31

Marca de oţel	Compoziţia chimică în %									
	C	Si max.	Mn	P max.	S	Cr	Mo	Ni	V	Cr+ Mo+Ni max.
2 C 22	0,17.. 0,24	0,40	0,40.. 0,70	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 22					0,02..0,04					
2 C 25	0,22.. 0,28	0,40	0,40.. 070	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 25					0,02. 0,04					
2 C 30	0,27. 0,34	0,40	0,50 . 0,80	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 30					0,02..0,04					
2 C 35	0,32. 0,39	0,40	0,50. 0,80	0,035	max 0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 35					0,02..0,04					
2 C 40	0,37.. 0,44	0,40	0,50.. 0,80	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 40					0,02. 0,04					
2 C 45	0,42.. 0,50	0,40	0,50.. 0,80	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 45					0,02..0,04					
2 C 50	0,47.. 0,55	0,40	0,60. 0,90	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 50					0,02. 0,04					
2 C 55	0,52 . 0,60	0,40	0,60.. 0,90	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 55					0,02..0,04					
2 C 60	0,57... 0,65	0,40	0,60.. 0,90	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
3 C 60					0,02..0,04					
28Mn6	0,25... 0,32	0,40	1,30.. 1,65	0,035	max.0,035	max.0,40	max.0,10	max.0,40	-	0,63
38Cr2	0,36... 0,42	0,40	0,50... 0,60	0,035	max.0,035	0,40.. 0,60	-	-	-	-
38CrS2					0,02..0,04					
46Cr2	0,42... 0,50	0,40	0,50.. 0,80	0,035	max.0,035	0,40.. 0,60	-	-	-	-
46CrS2					0,02..0,04					
34Cr4	0,30... 0,37	0,40	0,60.. 0,90	0,035	max.0,035	0,90... 1,20	-	-	-	-
34CrS4					0,02..0,04					
37Cr4	0,34... 0,41	0,40	0,60.. 0,90	0,035	max.0,035	0,90... 1,20	-	-	-	-
37CrS4					0,02..0,04					
41Cr4	0,38.. 0,45	0,40	0,60.. 0,90	0,035	max.0,035	0,90.. 1,20	-	-	-	-
41CrS4					0,02..0,04					
25CrMo4	0,22.. 0,29	0,40	0,60.. 0,90	0,035	max.0,035	0,90.. 1,20	0,15.. 0,30	-	-	-
25CrMoS4					0,02..0,04					
34CrMo4	0,30.. 0,37	0,40	0,60 0,90	0,035	max.0,035	0,90... 1,20	0,15.. 0,30	-	-	-
34CrMoS4					0,02..0,04					
42CrMo4	0,38... 0,45	0,40	0,60... 0,90	0,035	max.0,035	0,90. 1,20	0,15.. 0,30	-	-	-
42CrMoS4					0,02..0,04					
50CrMo4	0,46... 0,54	0,40	0,50.. 0,80	0,035	max.0,035	0,90.. 1,20	0,15... 0,30	-	-	-
36CrNiMo4	0,32.. 0,40	0,40	0,50.. 0,80	0,035	max.0,035	0,90.. 1,20	0,15.. 0,30	0,90.. 1,20	-	-
34CrNiMo6	0,30.. 0,38	0,40	0,50.. 0,80	0,035	max.0,035	1,30.. 1,70	0,15.. 0,30	1,30.. 1,70	-	-
30CrNiMo8	0,26 . 0,34	0,40	0,30... 0,60	0,035	max.0,035	1,80... 2,20	0,30.. 0,50	1,80.. 2,20	-	-
36NiCrMo16	0,32.. 0,39	0,40	0,30... 0,60	0,035	max.0,035	1,60.. 2,00	0,25.. 0,45	3,60... 4,10	-	-
51CrV4	0,47... 0,55	0,40	0,70.. 1,10	0,035	max.0,035	0,90... 1,20	-	-	0,10 0.25	-

11.3.13 Oţeluri nealiate pentru călire şi revenire – domenii de utilizare.

Tabelul 11.32

Marca de oţel SR EN 10083	Principalele domenii de utilizare
2 C 22 3 C 22	Piese cementate cu rezistenţă redusă în miez : bolţuri, şaibe, bucşe, chei, pene de ghidare, pârghii etc.
2 C 25 3 C 25	Piese tratate termic slab solicitate: axe, buloane, manşoane, arbori, flanşe etc
2 C 30 3 C 30	Piese tratate termic cu diverse utilizări în industria constructoare de maşini.
2 C 35 3 C 35	Piese tratate termic mediu solicitare: arbori cotiţi de dimensiuni mici, biele, butuci sudaţi pentru roţi, cilindri de prese, bandaje etc.
2 C 40 3 C 40	Piese tratate termic cu diverse utilizări in industria constructoare de maşini.
2 C 45 3 C 45	Piese tratate termic de rezistenţă ridicată şi tenacitate medie: discuri de turbină, arbori cotiţi, biele, coroane dinţate, volante, roţi de clichet, pene de ghidaj, melci, pene, flanşe etc.
2 C 50 3 C 50	Piese tratate termic puternic solicitate: roţi dinţate, bandaje, coroane, arbori, bolţuri de lanţ etc.
2 C 55 3 C 55	Piese tratate termic cu rezistenţă ridicată dar fără solicitări mari la şoc: pinioane, came, tije etc.
2 C 60 3 C 60	Piese tratate termic cu proprietăţi de rezistenţă ridicată combinată cu elasticitate: excentrice, bandaje, bucşe elastice, roţi dinţate etc.

11.3.14 Oţeluri aliate pentru călire şi revenire – domenii de utilizare.

Tabelul 11.33

Marca de oţel SR EN 10083	Principalele domenii de utilizare
41 Cr 4 41 CrS 4	Roţi de antrenare, arbori, axe, tije de pistoane, discuri de fricţiune, supape de admisie, roţi dinţate, organe de asamblare etc.
25 CrMo 4 25 CrMoS 4	Înlocuitor parţial al oţelurilor Cr-Ni pentru organe de maşini utilizate îndeosebi pentru industria de autoturisme etc.
34 CrMo 4 34 CrMoS 4	Arbori cotiţi, axe, fuzete, arbori cu came, biele, roţi dinţate, organe de asamblare, cârlige pentru macarale etc.
42 CrMo 4 42 CrMoS 4	Rotoare de turbine, arbori pentru motoare cu ardere internă, roţi dinţate, organe de asamblare.
36 CrNiMo 4	Biele, buloane, arbori cotiţi, osii de locomotive.
34 CrNiMo 6	Biele, buloane, arbori cotiţi, osii de locomotive.
30 CrNiMo 8	Biele, axe, fuzete, angrenaje mari
51 CrV 4	Angrenaje, biele, came.

11.3.15 Indicaţii de utilizare a oţelurilor nealiate de călire şi revenire în funcţie de dimensiuni*.

Tabelul 11.34

R_m [MPa] min.	Dimensiunea piesei, mm		
	≤ 16	> 16 ... ≤ 40	> 40 ... ≤100
	Mărci de oţel recomandate		
750	2 C 60 3 C 60	-	-
700	2 C 55	2 C 60	-

Tabelul 11.34 - continuare

	3 C 55	3 C 60	
650	2 C 50 3 C 50	2 C 55 3 C 55	2 C 60 3 C 60
630	2 C 45 3 C 45	2 C 50 3 C 50	2 C 55 3 C 55
550	2 C 35 3 C 35	2 C 45 3 C 45	2 C 50 3 C 50
550	-	2 C 35 3 C 35	2 C 45 3 C 45
500	2 C 25 3 C 25	-	2 C 35 3 C 35
500	-	2 C 25 3 C 25	-

*) În stare călit şi revenit (Q).

11.4 Oţeluri de cementare (SR EN 10084).

11.4.1 Mărci şi rezistenţe minime la tracţiune funcţie de diametru, după călirea şi revenirea la 200^{0}C.

Tabelul 11.35

R_m MPa min.	Marca de oţel		
1200	20MnCr5, 20MnCrS5 17NiCrMo6-4, 17NiCrMoS6-4 20NiCrMoS6-4, 18NiCr5-4 17CrNi6-6, 18CrNiMo7-6 14NiCrMo13-4	-	-
1100	22 CrMoS 3-5 18 CrMo 4, 18 CrMoS 4 20 NiCrMo 2-2,20NiCrMoS2-2	18 NiCr 5-4, 17 CrNi 6-6 18 CrNiMo 7-6,20NiCrMoS6-4 14 NiCrMo 13-4	-
1000	15 NiCr 13 16MnCr 5, 16 MnCrS 5 16 MnCrB 5 16 NiCr 4, 16 NiCrS 4	17NiCrMo6-4, 17NiCrMoS6-4 20 MnCr 5, 20 MnCrS 5 22 CrMoS 3-5	-
900	20 MoCr 3, 20 MoCrS 3 20 MoCr 4, 20 MoCrS4 28 Cr 4, 29 CrS 4, 10 NiCr 5-4	18CrMo4,18CrMoS4,15NiCr13 16MnCr5,16MnCrS5,16MnCrB5 16NiCr4,16NiCrS4 20NiCrMo2-2, 20NiCrMoS2-2	-
800	C 16 E, C 16 R 17 Cr 3, 17CrS3 C 15 E, C 15 R	20MoCr3, 20MoCrS3 20MoCr4, 20 MoCrS4	15 NiCr 13 20 MnCr 5, 20 MnCrS 5
700	-	28 Cr 4, 28 CrS 4, 10 NiCr 5-4 17 Cr 3, 17 CrS 3	18CrMo4, 18 CrMoS4 20NiCrMo2-2,20NiCrMoS2-2 28Cr4, 28 CrS4, 16 MnCr5 16MnCrS5, 16MnCrB5
600		C 16 E, C 16 R C 15 E, C 15 R	
500	C 10 E, C 10 R		10 NiCr 5-4
400		C 10 E, C 10 R	
d mm	d ≤ 16	16 < d ≤ 40	40 < d ≤ 100

11.4.2 Oţeluri de cementare – compararea mărcilor de oţel.

Tabelul 11.36,a

EN 10084		ISO 683-11	Germania (DIN EN 10084)		Franţa
alfanumeric	numeric		alfanumeric	numeric	
C 10 E	1.1121	C 10	Ck 10	1.1121	XC 10
C 10 R	1.1207	-	-	-	-
C 15 E	1.1141	C 15 E4	Ck 15	1.1141	-
C 15 R	1.1140	C 15 M2	Cm 15	1.1140	-
C 16 E	1.1148	C 16 E4	-	-	XC 18
C 16 R	1.1208	-	-	-	-
17 Cr 3	1.7016	-	17 Cr 3	1.7016	-
17 CrS 3	1.7014	-	-	-	-
28 Cr 4	1.7030	-	28 Cr 4	1.7030	-
28 CrS 4	1.7036	-	28 CrS 4	1.7036	-
16 MnCr 5	1.7131	16 MnCr 5	16 MnCr 5	1.7131	16 MC 5
16 MnCrS 5	1.7139	16 MnCrS 5	16 MnCrS 5	1.7139	-
16 MnCrB 5	1.7160		-	-	-
20 MnCr 5	1.7147	20 MnCr 5	20 MnCr 5	1.7147	20 MC 5
20 MnCrS 5	1.7149	20 MnCrS 5	20 MnCrS 5	1.7149	-
18 CrMo 4	1.7243	18 CrMo 4	-	-	18 CD 4
18 CrMoS 4	1.7244	18 CrMoS 4	-	-	-
22 CrMoS 3-5	1.7333	-	22 CrMoS 3-5	1.7333	-
20 MoCr 3	1.7320	-	-	-	-
20 MoCrS 3	1.7319	-	-	-	-
20 MoCr 4	1.7321	-	20 MoCr 4	1.7321	-
20 MoCrS 4	1.7323	-	20 MoCrS 4	1.7323	-
16 NiCr 4	1.5714	-	-	-	-
16 NiCrS 4	1.5715	-	-	-	-
10 NiCr 5-4	1.5805	-	-	-	10 NC 6
18 NiCr 5-4	1.5810	-	-	-	20 NC 6
17 CrNi 6-6	1.5918	-	-	-	-
15 NiCr 13	1.5752	15 NiCr 13	-	-	-
20NiCrMo2-2	1.6523	20 NiCrMo 2	20 NiCrMo 2	1.6523	20 NCD 2
20NiCrMoS2-2	1.6526	20 NiCrMoS2	21 NiCrMoS2	1.6526	-
17NiCrMo6-4	1.6566	17 NiCrMo 6	-	-	18 NCD 6
17NiCrMoS6-4	1.6569	-	17 CrNiMo 6	1.6587	-
20NiCrMoS7-6	1.6571	-	-	-	-
18CrNiMo7-6	1.6587	18 CrNiMo 7	-	-	-
14NiCrMo13-4	1.6657	-	-	-	-

Tabelul 11.36,b

EN 10084		**Marea Britanie**	**Italia**	**Spania**	**Suedia**
alfanumeric	**numeric**				
C 10 E	1.1121	045 M 10	C 10	C 10 k	-
C 10 R	1.1207	-	-	-	-
C 15 E	1.1141	-	C 15	C 16 k	-
C 15 R	1.1140	-	-	C 16 k-1	SS 1370
C 16 E	1.1148	080 M 15	-	-	-

Tabelul 11.36,b - continuare

C 16 R	1.1208	-	-	-	-
17 Cr 3	1.7016	527 M 17	-	-	-
17 CrS 3	1.7014	-	-	-	-
28 Cr 4	1.7030	-	-	-	-
28 CrS 4	1.7036	-	-	-	-
16 MnCr 5	1.7131	590 M 17	16 MnCr 5	16 MnCr 5	-
16 MnCrS 5	1.7139	-	-	16 MnCr 5-1	SS 2127
16 MnCrB 5	1.7160	-	-	-	-
20 MnCr 5	1.7147	-	20MnCr 5	-	-
20 MnCrS 5	1.7149	-	-	-	-
18 CrMo 4	1.7243	708 M 20	18 CrMo 4	18 CrMo 4	-
18 CrMoS 4	1.7244	-	-	18 CrMo 4-1	-
22 CrMoS 3-5	1.7333	-	-	-	-
20 MoCr 3	1.7320	-	-	-	-
20 MoCrS 3	1.7319	-	-	-	-
20 MoCr 4	1.7321	-	-	20 MoCr 5	-
20 MoCrS 4	1.7323	-	-	20 MoCr 5-1	-
16 NiCr 4	1.5714	637 M 17	16 CrNi 4	-	-
16 NiCrS 4	1.5715	-	16 CrNiS 4	-	SS 2511
10 NiCr 5-4	1.5805	-	-	-	-
18 NiCr 5-4	1.5810	-	-	-	-
17 CrNi 6-6	1.5918	-	-	-	-
15 NiCr 13	1.5752	655 M 13	-	-	-
20NiCrMo2-2	1.6523	805 M 20	20 NiCrMo 2	20 NiCrMo 2	-
20NiCrMoS2-2	1.6526	-	20 NiCrMoS 2	20NiCrMo2-1	SS 2506
17NiCrMo6-4	1.6566	815 M 17	18 NiCrMo 5	-	SS 2523
17NiCrMoS6-4	1.6569	-	18 NiCrMoS 5	-	-
20NiCrMoS7-6	1.6571	-	-	-	-
18CrNiMo7-6	1.6587	-	-	-	-
14NiCrMo13-4	1.6657	-	16 NiCrMo 12	-	-

11.4.3 Tratamentul termic al oţelurilor de cementare (SR EN 10084).

Tabelul 11.37

Simbolizare		Încercarea de călire frontală	Temperatura de cementare[2] °C	Temperatura de călire în miez[3)4)] °C	Temperatura de călire superficială[3)4)] °C	Revenire[5)] °C
alfanumerică	numerică	Călire[1)] °C				
C 10 E	1.1121	-	880 ... 980	880 ... 920	780 ... 820	150 ... 200
C 10 R	1.1207					
C 15 E	1.1141	-	880 ... 980	880 ... 920	780 ... 820	150 ... 200
C 15 R	1.1140					
C 16 E	1.1148	-	880 ... 980	880 ... 920	780 ... 820	150 ... 200
C 16 R	1.1208					
17 Cr 3	1.7016	880	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
17 CrS 3	1.7014					
28 Cr 4	1.7030	850	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
28 CrS 4	1.7036					

Tabelul 11.37 - continuare

16 MnCr 5	1.7131	870	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
16 MnCrS 5	1.7139					
16 MnCrB 5	1.7160					
20 MnCr 5	1.7147	870	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
20 MnCrS 5	1.7149					
18 CrMo 4	1.7243	880	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
18 CrMoS 4	1.7244					
22 CrMoS 3-5	1.7333	900	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
20 MoCr 3	1.7320	880	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
20 MoCrS 3	1.7319					
20 MoCr 4	1.7321	910	880 ... 980	860 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
20 MoCrS 4	1.7323					
16 NiCr 4	1.5714	880	880 ... 980	850 ... 890	780 ... 820	150 ... 200
16 NiCrS 4	1.5715					
10 NiCr 5-4	1.5805	880	875 ... 925	830 ... 860	780 ... 810	150 ... 200
18 NiCr 5-4	1.5810	880	880 ... 980	840 ... 880	780 ... 820	150 ... 200
17 CrNi 6-6	1.5918	870	880 ... 980	830 ... 870	780 ... 820	150 ... 200
15 NiCr 13	1.5752	880	880 ... 980	840 ... 880	780 ... 820	150 ... 200
20NiCrMo2-2	1.6523	920	880 ... 980	880 ... 900	780 ... 820	150 ... 200
20NiCrMoS2-2	1.6526					
17NiCrMo6-4	1.6566	880	880 . 980	880 . 870	780 .. 820	150 ... 200
17NiCrMoS6-4	1.6569					
20NiCrMoS7-6	1.6571	880	880 ... 980	830 ... 870	780 ... 820	150 ... 200
18CrNiMo7-6	1.6587	860	880 ... 980	830 ... 870	780 ... 820	150 ... 200
14NiCrMo13-4	1.6657	880	880 ... 980	840 ... 880	780 ... 820	150 ... 200

Observaţii: Temperaturile pentru tratamentul de cementare, călire în miez, călire superficială şi revenire sunt orientative.

1) Durata austenitizării este de minim 0,5 ore.
2) Temperatura de cementare este funcţie de compoziţia chimică a oţelului, masa produsului şi mediul de cementare.
3) În cazul în care se aplică metoda de călire unică, călirea oţelului se face pornind de la temperatura de cementare sau de la o temperatură mai joasă.
4) Tipul mediului de călire depinde de forma produselor, de condiţiile de răcire şi de încărcătura cuptorului.
5) Durata revenirii este de minim 1 oră.

11.4.4 Oţeluri de cementare - stări uzuale de tratament termic la livrare.

Tabelul 11.38

Starea de tratament termic la livrare	Simbol
Netratat	+ U
Tratat pentru îmbunătăţirea capacităţii de tăiere	+ S
Recopt pentru prescripţii de duritate maximă	+ A
Tratat pentru domeniu de duritate	+ TH
Tratat pentru o structură ferito-perlitică în domeniu de duritate	+ FP

11.5 Oţeluri de nitrurare (SR EN 10085).

11.5.1 Oţeluri de nitrurare (SR EN 10085) - caracteristici mecanice în starea +Q (călit şi revenit).

Tabelul 11.39

Simbolizare		16 < d ≤ 40 mm			40 < d ≤ 100 mm		
alfanumerică	numerică	R_m MPa min.	R_e MPa min	A % min.	R_m MPa min.	R_e MPa min	A % min.
24CrMo13-6	1.8516	1000... 1200	800	10	950... 1150	750	11
31CrMo12	1.8515	1030... 1230	835	10	980... 1180	785	11
32CrAlMo7-10	1.8505	1030... 1230	835	10	980... 1180	835	10
31CrMoV9	1.8519	1100... 1300	900	9	1000... 1200	800	10
33CrMoV12-9	1.8522	1150... 1350	950	11	1050... 1250	850	12
34CrAlNi7-10	1.8550	900... 1100	680	10	850... 1050	650	12
41CrAlMo7-10	1.8509	950... 1150	750	11	900... 1100	720	13
40CrMoV13-9	1.8523	950... 1150	750	11	900... 1100	720	13
34CrAlMo5-10	1.8507	800... 1000	600	14	800... 1000	600	14

Observaţie: Duritatea pentru suprafaţa nitrurată este HV 800 .... 950, funcţie de starea iniţială de călire şi revenire şi tratamentul de nitrurare.

11.5.2 Oţeluri de nitrurare – tratament termic.

Tabelul 11.40

Simbolizare		Recoacere de înmuiere	Călire		Revenire	Nitrurare
alfanumerică	numerică	^0C	^0C[1)]	Agent răcire	^0C[2),3)]	^0C[4)]
24 CrMo 13-6	1.8516	650..700	870..970	ulei sau apă	580..700	480..570
31 CrMo 12	1.8515	650..700	870..930			
32 CrAlMo 7-10	1.8505	650..750	870..930			
31 CrMoV 9	1.8519	650..720	870..930			
33 CrMoV 12-9	1.8522	650..720	870..970			
34 CrAlNi 7-10	1.8550	650..700	870..930			
41 CrAlMo 7-10	1.8509	650..750	870..930			
40 CrMoV 13-9	1.8523	650..720	870..970			
34 CrAlMo 5-10	1.8507	650..750	870..930			

1) Durata informativă de austenitizare minim 0,5 ore.
2) Durata informativă de revenire minim 1 oră.
3) La dimensiuni mari temperatura de revenire se poate stabili între beneficiar şi executant.
4) Durata de nitrurare depinde de adâncimea dorită a stratului nitrurat.

11.5.3 Duritatea în starea recopt pentru înmuiere.

Tabelul 11.41

Simbolizarea		Duritatea HB max.
alfanumerică	numerică	
24 CrMo 13-6	1.8516	248
31 CrMo 12	1.8515	
32 CrAlMo 7-10	1.8505	
31 CrMoV 9	1.8519	
33 CrMoV 12-9	1.8522	
34 CrAlNi 7-10	1.8550	
41 CrAlMo 7-10	1.8509	
40 CrMoV 13-9	1.8523	
34 CrAlMo 5-10	1.8507	

11.6 FONTE.

11.6.1 Simbolizarea fontelor de turnătorie (SR EN 1560).

Simbolizarea alfanumerică are următoarea structură :

$$EN - GJ\,\underline{a} - \underline{b} - \underline{c}$$

unde: EN - fontă standardizată (euronormă);
GJ - piesă turnată din fontă (G - piesă turnată; J – fontă);
$\underline{a}$ - forma grafitului (L-lamelar; S-sferoidal; M-în cuiburi la fontele maleabile etc);
$\underline{b}$ - caracteristici mecanice (R_m min.în MPa, A min.în %);
$\underline{c}$ - condiţii suplimentare.

Standardul prevede şi posibilitatea simbolizării fontelor în funcţie de duritate, conform schemei de mai jos:

$$EN - GJ\,\underline{a} - \underline{d}$$

unde: $\underline{a}$ - forma grafitului(L-lamelar; S-sferoidal; M-în cuiburi la fontele maleabile etc);
$\underline{d}$ – metoda de determinare a durităţii şi valoarea durităţii (HB, HR, HV).

Simbolizarea numerică este formată din nouă caractere şi are următoarea structură:

$$EN - J\underline{a}\ \underline{e_1}\underline{e_2}\underline{e_3}\underline{e_4}$$

unde: J - simbolul fontei ;
$\underline{a}$ - forma grafitului (L-lamelar; S-sferoidal; M-în cuiburi, la fontele maleabile etc) ;
$\underline{e_1}$ - caracteristica principală a fontei (e_1=1- rezistenţa la tracţiune; e_1=2- duritatea; e_1=3 - compoziţia chimică);
$\underline{e_2}\underline{e_3}$ – număr specific fiecărei mărci de fontă, conform standardului de material ;
$\underline{e_4}$ – condiţii specifice caracteristice fiecărei mărci de fontă (1- epruvetă turnată separat; 2 – epruvetă ataşată la piesa turnată; 3 – epruvetă prelevată din piesa turnată; 4 – rezistenţa la încovoiere prin şoc la temperatura ambiantă; 5 - rezistenţa la încovoiere prin şoc la temperatură scăzută; 6 – sudabilitate specificată; 7- piesă brută de turnătorie; 8-piesă turnată tratată termic; 9- condiţii suplimentare).

11.6.2 Fonte cu grafit lamelar – mărci (SR EN 1561).

11.6.2.1 Simbolizarea în funcţie de rezistenţa de rupere la tracţiune.

Tabelul 11.42

Simbolizare	Marca 1	Marca 2	Marca 3
Alfanumerică	EN-GJL-100	EN.GJL-150	EN-GJL-200
Numerică	EN-JL-1010 (0.6010)	EN-JL-1020 (0.6015)	EN-JL-1030 (0.6020)

Simbolizare	Marca 4	Marca 5	Marca 6
Alfanumerică	EN-GJL-250	EN-GJL-300	EN-GJL-350
Numerică	EN-JL-1040 (0.6025)	EN-JL-1050 (0.6030)	EN-JL-1060 (0.6035)

Observaţie: Simbolizarea numerică din parateze este conform DIN 1691.

11.6.2.2 Simbolizare în funcţie de duritatea Brinell.

Tabelul 11.43

Simbolizare	Marca 1	Marca 2	Marca 3
Alfanumerică	EN-GJL-HB 155	EN-GJL-HB 175	EN-GJL-HB 195
Numerică	EN-JL-2010	EN-JL-2020	EN-JL-2030

Simbolizare	Marca 4	Marca 5	Marca 6
Alfanumerică	EN-GJL-HB 215	EN-GJL-HB 235	EN-GJL-HB 255
Numerică	EN-JL-2040	EN-JL-2050	EN-JL-2060

11.6.2.3 Caracterisitici mecanice (DIN EN 1561).

Tabelul 11.44

Marca fontei - simbolizare		R_m	$R_{p\,0,2}$
Alfanumerică	Numerică	MPa	MPa
EN-GJL-100	0.6010	100	-
EN-GJL-150	0.6015	150	100
EN-GJL-200	0.6020	200	130
EN-GJL-250	0.6025	250	165
EN-GJL-300	0.6030	300	195
EN-GJL-350	0.6035	350	230

11.6.3 Fonte maleabile (SR EN 1562).

11.6.3.1 Fonte maleabile cu miez alb – mărci.

Tabelul 11.45

Simbolizare	Marca 1	Marca 2	Marca 3
Alfanumerică	EN-GJMW-350-4	EN-GJMW-360-12	EN-GJMW-400-5
Numerică	EN-JM-1010	EN-JM-1020	EN-JM-1030

Simbolizare	Marca 4	Marca 5	
Alfanumerică	EN-GJMW-450-7	EN-GJMW-550-4	
Numerică	EN-JM-1040	EN-JM-1050	

11.6.3.2 Fonte maleabile cu miez negru – mărci.

Tabelul 11.46

Simbolizare	**Marca 1**	**Marca 2**	**Marca 3**
Alfanumerică	EN-GJMB-300-6	EN-GJMB-350-10	EN-GJMB-450-6
Numerică	EN-JM-1110	EN-JM-1130	EN-JM-1140

Simbolizare	**Marca 4**	**Marca 5**	**Marca 6**
Alfanumerică	EN-GJMB -500-5	EN-GJMB-550-4	EN-GJMB-600-3
Numerică	EN-JM-1150	EN-JM-1160	EN-JM-1170

Simbolizare	**Marca 7**	**Marca 8**	**Marca 9**
Alfanumerică	EN-GJMB-650-2	EN-GJMB-700-2	EN-GJMB-800-1
Numerică	EN-JM-1180	EN-JM-1190	EN-JM-1200

11.6.3.3 Fonte maleabile cu miez negru-caracterisitici mecanice (DIN EN 1562).

Tabelul 11.47

Marca fontei – simbolizare		R_m	$R_{p\,0,2}$	**A**
Alfanumerică	**Numerică**	**MPa**	**MPa**	**%**
EN-GJMB-300-6	EN-JM1110	300	-	6
EN-GJMB-450-6	EN-JM1140 (0.8145)	450	270	6
EN-GJMB-500-5	EN-JM1150	500	300	5
EN-GJMB-600-3	EN-JM1170	600	390	3
EN-GJMB-700-2	EN-JM1190 (0.8170)	700	530	2
EN-GJMB-800-1	EN-JM1200	800	600	1

Observaţie: Simbolurile numerice din paranteze sunt conform DIN 1692.

11.6.4 Fonte cu grafit nodular.

11.6.4.1 Mărci (SR EN 1563) - simbolizare funcţie de caracteristicile mecanice (R_m şi A%).

Tabelul 11.48

Simbolizare	Marca 1	Marca 2	Marca 3
Alfanumerică	EN-GJS-350-22-LT	EN-GJS-350-22-RT	EN-GJS-350-22-3
Numerică	EN-JS1015	EN-JS1014	EN-JS-1010

Simbolizare	Marca 4	Marca 5	Marca 6
Alfanumerică	EN-GJS-400-18-LT	EN-GJS-400-18-RT	EN-GJS-400-18
Numerică	EN-JS-1025	EN-JS-1024	EN-JS-1020

Simbolizare	Marca 7	Marca 8	Marca 9
Alfanumerică	EN-GJS-400-15	EN-GJS-450-10	EN-GJS-500-7
Numerică	EN-JS1030	EN-JS1040	EN-JS1050

Tabelul 11.48 - continuare

Simbolizare	Marca 10	Marca 11	Marca 12
Alfanumerică	EN-GJS-600-3	EN-GJS-700-2	EN-GJS-800-2
Numerică	EN-JS1060	EN-JS1070	EN-JS1080

Simbolizare	Marca 13
Alfanumerică	EN-GJS-900-2
Numerică	EN-JS1090

Observații: RT – rezilienţa se determină la temperatura ambiantă;
LT – rezilienţa se determină la temperatură scăzută;
Dacă proprietăţile mecanice sunt determinate pe epruvete prelucrate din probe ataşate la fiecare din cele 13 mărci va apărea simbolul U după valoarea alungirii, pentru varianta alfanumerică.

11.6.4.2 Simbolizarea fontelor cu grafit nodular în funcţie de duritate.

Tabelul 11.49

Simbolizare	Marca 1	Marca 2	Marca 3
Alfanumerică	EN-GJS-HB 130	EN-GJS-HB 150	EN-GJS-HB 155
Numerică	EN-JS2010	EN-JS2020	EN-JS-2030

Simbolizare	Marca 4	Marca 5	Marca 6
Alfanumerică	EN-GJS-HB 185	EN-GJS-HB 200	EN-GJS-HB 230
Numerică	EN-JS2040	EN-JS2050	EN-JS2060

Simbolizare	Marca 7	Marca 8	Marca 9
Alfanumerică	EN-GJS-HB 265	EN-GJS-HB 300	EN-GJS-HB 330
Numerică	EN-JS2070	EN-JS2080	EN-JS2090

11.6.4.3 Caracteristici mecanice (DIN EN 1563).

Tabelul 11.50

Marca fontei - simbolizare		R_m	$R_{p\,0,2}$	A
Alfanumerică	**Numerică**	**MPa**	**MPa**	**%**
EN-GJS-400-15	EN-JS-1030 (0.7040)	400	250	15
EN-GJS-500-7	EN-JS-1050 (0.7050)	500	320	7
EN-GJS-600-3	EN-JS-1060 (0.7060)	600	370	3
EN-GJS-700-2	EN-JS-1070 (0.7070)	700	420	2
EN-GJS-800-2	EN-JS-1080 (0.7080	800	480	2
EN-GJS-900-2	EN-JS-1090	900	600	2

Observaţie: Simbolurile numerice din paranteze sunt conform DIN 1693.

11.7 BRONZURI (EN 1982, EN 12163).

Tabelul 11.51

Simbolizare (EN 1982)		Mod de turnare	Caracteristici mecanice			
alfanumerică	numerică		R_m MPa	$R_{p\,0,2}$ MPa	A_{min} %	HB min.
CuSn12-C	CC483K	nisip	260	140	7	80
		centrifugal	280	150	5	90
		sub presiune	300	150	6	90
		în cochilă	270	150	5	80
CuSn12Ni2-C	CC484K	nisip	280	160	12	85
		centrifugal	300	180	8	95
		sub presiune	300	180	10	95
CuSn12Pb2-C	CC482K	nisip	240	130	5	80
		centrifugal	280	150	5	90
		sub presiune	280	150	5	90
CuSn10-C	CC480K	nisip	250	130	18	70
		în cochilă	270	160	10	80
		sub presiune	280	170	10	80
		centrifugal	280	160	10	80
CuSn7Zn4Pb7-C	CC493K	nisip	230	120	15	60
		centrifugal	260	120	12	70
		în cochilă	230	120	12	60
		sub presiune	260	120	14	70
CuSn7Zn4Pb3-C	CC492K	nisip	230	130	14	65
		în cochilă	230	130	12	70
		centrifugal	260	130	12	70
		sub presiune	270	130	12	70
CuSn5Zn5Pb5-C	CC491K	nisip	200	90	13	60
		în cochilă	220	110	6	65
		centrifugal	250	110	13	65
		sub presiune	250	110	13	65
CuSn3Zn8Pb5-C	CC490K	nisip	180	85	15	60
		centrifugal	220	100	12	70
		sub presiune	220	100	12	70
CuSn10Pb10-C	CC495K	nisip	180	80	8	60
		în cochilă	220	110	3	65
		centrifugal	220	110	6	70
		sub presiune	220	110	8	70
CuSn7Pb15-C	CC496K	nisip	170	80	8	60
		sub presiune	200	90	8	65
		centrifugal	200	90	7	65
CuSn5Pb20-C	CC497K	nisip	150	70	5	45
		sub presiune	180	90	7	50
		centrifugal	170	80	6	50
CuAl10Fe2-C	CC331G	nisip	500	180	18	100
		în cochilă	600	250	20	130
		centrifugal	550	200	18	130
		sub presiune	550	200	15	130
Simbolizare (EN 12163)						
CuAl10Ni3Fe2-C	CC332G	nisip	500	180	18	100
		în cochilă	600	250	20	130
		centrifugal	550	220	20	120
		sub presiune	550	220	20	120
CuAl10Fe5Ni5-C	CC333G	nisip	600	250	13	140

Tabelul 11.51 - continuare

		în cochilă	650	280	7	150
		centrifugal	650	280	13	150
		sub presiune	650	280	13	150
CuAl11Fe46Ni6-C	CC334G	nisip	680	320	5	170
		în cochilă	750	380	5	185
		centrifugal	750	380	5	185

11.8 Babbituri (DIN ISO 4381).

Tabelul 11.52

Material		Duritatea Brinell HB 10/250/180			Limita de curgere $R_{p\,0.2}$ în MPa		
Simbol	Număr	20^0C	50^0C	100^0C	20^0C	50^0C	100^0C
PbSb 15 SnAs	2.3390	18	15	14	39	37	25
PbSb 15 Sn 10	2.3391	21	16	14	43	32	30
PbSb14Sn9CuAs	2.3392	22	22	16	46	39	27
PbSb 10 Sn 6	2.3393	16	16	14	39	32	27
SnSb 12 Cu 6 Pb	2.3790	25	20	12	61	60	36
SnSb 8 Cu 4	2.3791	22	17	11	47	44	27
SnSb 8 Cu 4 Cd	2.3792	28	25	19	62	44	30

11.9 RELAŢII ÎNTRE CARACTERISTICILE MECANICE. TENSIUNI ADMISIBILE. COEFICIENŢI DE SIGURANŢĂ.

11.9.1 Relaţii între rezistenţa de rupere la tracţiune şi alte caracteristici mecanice.

Tabelul 11.53

Material	Relaţia de calcul	Coeficientul K					
		$R_{p\,0,2}$	$R_{m\,i}$	$\sigma_{0,2\,i}$	τ_r	τ_{rf}	$\tau_{0,2}$
Oţel de construcţii	K.R_m	0,55-0,75	-	0,65-0,9	0.85	0,35-0,45	0,7-0,8
Oţel aliat		0,65-0,75	-	0,7-0,8	-	0,38-0,45	-
Oţel aliat de rezistenţă mare		0,7-0,8	-	0,75-0,85	-	0,42-0,48	-
Oţel turnat		-	-	-	-	-	-
Fontă cu grafit lamelar		-	1,6-2	-	1,4-1,7	-	-

Observaţii: $R_{p\,0,2}$, $\sigma_{0,2\,i}$, $\tau_{0\,2}$ - limitele de curgere la tracţiune, încovoiere, torsiune;
$R_{m\,i}$, τ_r, τ_{rf} - rezistenţele de rupere la încovoiere, torsiune, forfecare.

11.9.2 Relaţii între caracteristicile mecanice de rezistenţă la solicitări variabile.

Tabelul 11.54

Material (standard)	Tracţiune - compresiune		Încovoiere		Torsiune	
	σ_{-1t}	σ_{0t}	σ_{-1}	σ_0	τ_{-1}	τ_0
Oţel de construcţii (SR EN 10025)	0,8 σ_{-1}	1,5 σ_{-1t}	0,5 R_m	1,5 σ_{-1}	0,6 σ_{-1}	1,8 τ_{-1}
Oţel nealiat şi aliat de călire şi revenire (SR EN 10083)	0,8 σ_{-1}	1,5 σ_{-1t}	0,45 R_m	1,6 σ_{-1}	0,6 σ_{-1}	1,8 τ_{-1}

Tabelul 11.54 - continuare

Oţel turnat (SR EN 10293)	0,75 σ_{-1}	-	0,4 R_m	-	0,55 σ_{-1}	-
Fontă cu grafit la lamelar(SR EN 1561)	0,65 σ_{-1}	-	0,4 R_m	1,35 σ_{-1}	0,9 σ_{-1}	1,25 τ_{-1}
Fontă cu grafit nodular(SR EN 1563)	0,8 σ_{-1}	-	0,45 R_m	-	0,55 σ_{-1}	-
Fontă maleabilă (SR EN 1562)	0,8 σ_{-1}	-	0,35 R_m	-	σ_{-1}	-
Aliaje de cupru	-	-	0,37 R_m	-	0,58 σ_{-1}	1,6 τ_{-1}
Aliaje de aluminiu	0,7 σ_{-1}	-	0,37 R_m	1,8 σ_{-1}	0,56 σ_{-1}	1,6 τ_{-1}

Observaţii: σ_{-1t} , σ_{-1} , τ_{-1} - rezistenţele la oboseală pentru ciclu alternant simetric;
σ_{0t} , σ_0 , τ_0 - rezistenţele la oboseală pentru ciclu pulsator;

11.9.3 Oţeluri de construcţii şi oţeluri nealiate de călire şi revenire-rezistenţe admisibile.

Tabelul 11.55,a

Marca de oţel	**Piese cu concentratori de tensiune**			
SR EN 10025	**Rezistenţa la tracţiune** $\sigma_{at} = \sigma_{ac}$ **MPa**	**Rezistenţa la încovoiere** σ_{ai} **MPa**	**Rezistenţa la răsucire** τ_{at} **MPa**	**Rezistenţa la forfecare** τ_{af} **MPa**
S 235	42	46 ... 50	25 ... 27	34
S 275	45	50 ... 54	27 ... 29	36
S 355	53	58 ... 63	33 ... 36	43
E 295	51	56 ... 61	31 ... 33	41
E 355	58	64 ... 70	35 ... 38	46
E 360	67	74 ... 80	40 ... 44	54
SR EN 10083				
2 C 22**	56	62 ... 67	34 ... 36	45
2 C 25**	65	72 ... 78	39 ... 42	52
1 C 45*	65	72 ... 78	39 ... 42	52
2 C 45**	87	96 ... 104	52 ... 57	70
1 C 50*	67	74 ... 80	40 ... 44	54
2 C 50**	93	102 ... 112	56 ... 60	74

Observaţii: *normalizat N; ** călit şi revenit Q

Tabelul 11.55,b

Marca de oţel	**Piese fără concentratori de tensiune**			
SR EN 10025	**Rezistenţa la tracţiune** $\sigma_{at} = \sigma_{ac}$ **MPa**	**Rezistenţa la încovoiere** σ_{ai} **MPa**	**Rezistenţa la răsucire** τ_{at} **MPa**	**Rezistenţa la forfecare** τ_{af} **MPa**
S 235	115	132	75	92
S 275	125	144	81	100
S 355	145	166	97	116
E 295	140	161	91	112
E 355	160	184	104	128

Tabelul 11.55,b - continuare

E 360	175	201	114	140
SR EN 10083				
2 C 22**	155	178	101	124
2 C 25**	180	207	117	144
1 C 45*	180	207	117	144
2 C 45**	240	276	156	192
1 C 50*	185	213	120	148
2 C 50**	255	293	166	204

Observaţii: * normalizat N; ** călit şi revenit Q.

11.9.4 Fonte – rezistenţe admisibile.

Tabelul 11.56,a

Marca fontei	Piese cu concentratori de tensiune				
	Rezistenţa la tracţiune σ_{at} MPa	Rezistenţa la compresiune σ_{ac} MPa	Rezistenţa la încovoiere σ_{ai} MPa	Rezistenţa la răsucire τ_{at} MPa	Rezistenţa la forfecare τ_{af} MPa
EN-GJL-100	12 ... 19	30 ... 48	20 ... 32	14 ... 23	10 ... 15
EN-GJL-150	13 ... 30	33 ... 75	22 ... 51	16 ... 36	10 ... 24
EN-GJL-200	19 ... 32	48 ... 80	32 ... 54	23 ... 38	15 ... 26
EN-GJL-250	25 ... 38	63 ... 95	42 ... 65	36 ... 46	20 ... 30
EN-GJL-300	30 ... 38	75 ... 95	51 ... 65	36 ... 46	24 ... 30
EN GJS-350-22	45				
EN GJS-400-18	49				
EN GJS-450-10	56 ... 73				
EN GJS-500-7	58 ... 80				

Tabelul 11.56,b

Marca fontei	**Piese fără concentratori de tensiune**			
	Rezistenţa la tracţiune σ_{at} MPa	**Rezistenţa la compresiune σ_{ac} MPa**	**Rezistenţa la încovoiere σ_{ai} MPa**	**Rezistenţa la răsucire τ_{at} MPa**
EN-GJL-100	33 ... 53	83 ... 133	56 ... 90	40 ... 64
EN-GJL-150	36 ... 83	90 ... 207	61 ... 141	43 ... 100
EN-GJL-200	53 ... 89	133 ... 223	90 ... 151	64 ... 107
EN-GJL-250	69 ... 106	173 ... 265	117 ... 180	83 ... 127
EN-GJL-300	83 ... 106	208 ... 265	141 ... 180	100 ... 127
EN GJS-350-22	123			
EN GJS-400-18	133			
EN GJS-450-10	150 ... 200			
EN GJS-500-7	160 ... 220			

Observaţii: * - la fonte se utilizează limita de rupere la încovoiere.

11.9.5 Şuruburi de mişcare – tensiuni admisibile şi coeficienţi de frecare.

Tabelul 11.57

Materialele cuplei şurub - piuliţă	Suprafeţe mobile p_a, MPa	Suprafeţe imobile σ_{as}, MPa	Coeficienţi de frecare μ
Oţel călit / bronz	12 ... 13	42 ... 55	0,08 ... 0,10
Oţel necălit / bronz	8 ... 10	42 ... 55	0,08 ... 0,10
Oţel / oţel	7 ... 13	65 ... 100	0,10 ... 0,11
Oţel călit / fontă antifricţiune	7 ... 9	35 ... 45	0,10 ... 0,11
Oţel necălit / fontă antifricţiune	6 ... 7	35 ... 45	0,10 ... 0,11
Oţel necălit/ fontă cu grafit lamelar	5	35 ... 45	0,12 ... 0,15
Fontă / fontă	3 ... 3,5	35 ... 45	0,14 ... 0,15

11.9.6 Tensiuni admisibile la întindere (compresiune) în calculul şuruburilor de mişcare.

Tabelul 11.58

Materialul şurubului SR EN 10025	Caracterul sarcinii	Tensiunea admisibilă la întindere σ_{at}, MPa
S 235	constantă	80
(1.0038)	variabilă	55
S 275	constantă	90
(1.0144)	variabilă	60
S 355	constantă	120
(1.0570)	variabilă	80

11.9.7 Tensiuni admisibile la şuruburi cu filet metric cu întinderea necontrolată.

Tabelul 11.59

Oţel	Caracterul sarcinii			
	Constantă		Variabilă pulsator	
	Diametrul filetului d , mm			
	6 ... 16	16 ... 30	6 ... 16	16 ... 30
	σ_{at}, în MPa			
de construcţii nealiat	$(0,20 \ldots 0,25)\cdot R_{p0.2}$	$(0,25 \ldots 0,40)\cdot R_{p0.2}$	$(0,08 \ldots 0,12)\cdot R_{p0.2}$	$0,12\cdot R_{p0.2}$
uşor aliat	$(0,15 \ldots 0,20)\cdot R_{p0.2}$	$(0,20 \ldots 0,30)\cdot R_{p0.2}$	$(0,10 \ldots 0,15)\cdot R_{p0.2}$	$0,15\cdot R_{p0.2}$

11.9.8 Sarcini admisibile pentru şuruburi cu filet metric.

Tabelul 11.60

Filet metric normal STAS 510	Sarcini admisibile la tracţiune F(N), pentru σ_{at} (MPa) de:		
	50	80	120
M 6	960	1520	2280
M 8	1730	2770	4160
M 10	2750	4400	6600
M 12	4000	6400	9600
M 16	7500	12000	18000
M 20	19450	31120	46880
M 24	27600	44160	66240
M 30	44350	70950	106440
M 36	64280	102850	154280
M 42	88370	141690	212080
M 48	116270	186040	279000

11.9.9 Coeficienţi de siguranţă în calculul şuruburilor de fixare.

Tabelul 11.61

Forţa din şurub	Tensiunea	Materialul şurubului	Coeficientul de siguranţă faţă de limita de curgere $R_{p\,0,2}$ $c = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_t} \geq c_{\sigma a}$			
			M 6 ... 16	M 16 .. 30	M 30 „ 60	$c_{\sigma a}$
Controlabilă	Constantă	-	1,2 - 1,5	1,2 - 1,5	1,2 - 1,5	1,5 - 2,5
	Variabilă	-	1,2 - 1,5	1,2 - 1,5	1,2 - 1,5	1,5 - 2,5
Necontrolabilă	Constantă	Oţel de construcţii nealiat	4 – 3	3 – 2	2 - 1,3	1,5 - 2,5
		Oţel aliat	5 - 4	4 - 2,5	2,5	1,5 - 2,5
	Variabilă	Oţel de construcţii nealiat	10 - 6,5	6,5	-	2,5 – 4
		Oţel aliat	7,5 - 5	5	-	2,5 - 4

11.10 TRATAMENTE TERMICE.

11.10.1 Tratamente de suprafaţă - clasificare.

Tabelul 11.62

Modificarea microstructurii la suprafaţă	Modificarea compoziţiei chimice la suprafaţă	Material adăugat pe suprafaţă
Tratamente termice: călire cu flacără; cu inducţie Tratamente mecanice(sablare cu jet de alice); termomecanice	Tratamente termochimice: carburare, nitrurare, carbo-nitrurare,sulfonitrurare, borurare,aluminizare, silicizare, sulfizare Tratamente chimice: oxidare	Electrodepuneri Depuneri chimice: fosfatare Pulverizare la cald Depuneri de vapori Placare: presare şi difuzie Placare în condiţii de sudare Lacuri, vopsele, alte substanţe organice

11.10.2 Tratamente termochimice.

Tabelul 11.63

Denumire tratament	Temperatura ^0C	Durata de menţinere, ore	Adâncimea de tratament, mm	Tratamente ulterioare	Duritatea superficială HRC sau HV_5	Rezistenţa la:	
						Temperatură	Coroziune
Cementare cu carbon (carburare)	900 - 950	4 - 12	0,6 - 1	Cr	58	-	-
Cementare cu azot (nitrurare)	490 - 550	40 - 80	0,2 - 0,6	-	850 - 1100	-	-
Cementare cu carbon şi azot (carbonitrurare)	830 - 870 500 - 600	2 - 8	0,2 - 0,8	Cr	60 - 65	-	-
Cementare cu crom (cromizare)	1000 - 1200	12 - 24	0,02 - 0,1	-	70	↑	↑
Cementare cu aluminiu (aluminizare	700 - 1100	0,5 - 12	0,02 - 0,8	-	30 - 40	↑	↑
Cementare cu bor (borizare)	850 - 1100	4 - 8	0,1 - 0,3	Cr	1500 - 2000	↑	-
Cementare cu zinc (sherardizare	380 - 460 720 - 870 în vapori	2 - 31 48	0,02 - 0,03 0,15	-	-	↑	↑

Observaţii: Semnul ↑ indică efectele favorabile;
Cr – călire şi revenire joasă.

11.10.3 Influenţa principalelor elemente de aliere asupra caracteristicilor oţelurilor.

Tabelul 11.64

Caracteristica	Elementul de aliere														
	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Al	Cu	Nb	Ti	S	P
Rezistenţa de rupere la tracţiune	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+
Rezistenţa la oboseală	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+
Alungirea	-	+	-	-	+	-	-		-		-	-		-	-
Rezilienţa	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Duritatea	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+
Rezistenţa la coroziune			+	+	+	+		+			+	+		-	
Rezistenţa la temperatură			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
Rezistenţa la uzare		-	-	+	-	+	+	+	+			+			
Călibilitatea	+	+	+	+	+	+	+	+							
Prelucrabilitatea prin deformare plastică	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		-	-
Prelucrabilitatea prin aşchiere		-	-		-	-	-							+	+

Observaţie: Semnul (+) indică o creştere, iar semnul (–) o scădere a caracteristicii.

BIBLIOGRAFIE

1. Antal, A., ş.a. – Reductoare. Lito U.T.C-N, 1994.
2. Adalbert A., Bîrleanu, C., – Mecanisme şi Organe de Maşini. Editura Todesco, Cluj-Napoca, 2000,
3. Anurev, V.I. - Spravocinik konstruktora maşinostroitelia, tom 1-2-3. Moskva, Maşinostroienie, 1982.
4. Belcin, O. – Mecanisme şi Organe de maşini. Organe de maşini, vol.II., Editura UT PRESS, 2001.
5. Belcin, O. - Mecanisme şi Organe de maşini. Organe de maşini, vol.III. Editura RISOPRINT, Cluj - Napoca, 2000.
6. Belcin, O., Turcu, I. – Mecanisme şi Organe de maşini. Mecanisme, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002.
7. Birleanu, C. – Organe de masini, vol. II, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2004,
8. Bîrleanu, C., ş.a – Organe de Maşini. Proiectare şi reprezentare grafică asistată de calculator, Editura Victor Melenti, Cluj-Napoca, 2002.
9. Bogoevici, Gh., ş.a. – Desen tehnic industrial. Bucureşti,EDP, 1977.
10. Bokov, V.N., Cernilevskii, D.V., Budko,P.P. - Detali maşin atlas. Moskva, Maşinostroenie, 1983 .
11. Bunescu, V. – Raţionalizarea calculelor în proiectare.Bucureşti, Editura Tehnică, 1971.
12. Chişiu, A., ş.a. – Organe de maşini.Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1981.
13. Cândea, V.C., ş.a. – Clasificarea şi simbolizarea aliajelor feroase şi neferoase. UT PRESS, Cluj-Napoca, 2010.
14. Daşkievici, B.P., ş.a. – Detali maşin. Kursovoe proektirovanie. Kiev, Gostehizdat, 1959.
15. Daşkievici, B.P.ş.a. – Detali maşin. Kiev, Izdatelstvo Tehnika, 1968.
16. Decker, K.H. - Maschinenelemente, Gestaltung und Berechnung. Munchen, Carl Hanser Verlag, 1998.
17. Demian, T., ş.a. - Elemente constructive de mecanică fină - Aplicaţii. Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1980.

18. Drăghici, I., ş.a. – Calculul şi construcţia cuplajelor. Editura tehnică, Bucureşti, 1978.
19. Drăghici, I., ş.a. - Organe de maşini - Probleme. Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1980.
20. Drăghici, I., ş.a. – Îndrumar de proiectare în construcţia de maşini,vol.I . Editura Tehnică, Bucureşti, 1981.
21. Drăghici, I., ş.a. – Îndrumar de proiectare în construcţia de maşini,vol.II. Editura Tehnică, Bucureşti, 1982.
22. Dunaev, P.F., - Konstruirovanie uzlov i detalei maşin.Moskva, Vîsşaia Şkola, 1978.
23. Dunaev, P.F., Lelikov,O.P. - Detali maşin. Kursovoe proektirovanie. Moskva, Vîsşaia Şkola, 1984.
24. Enache,S., ş.a. – Proiectarea formei pieselor în construcţia de maşini. Bucureşti, Editura Tehnică, 1971.
25. Gafiţanu, M., ş.a. - Organe de maşini, vol.I- II. Bucureşti, Editura Tehnică, 1983.
26. Gafiţanu, M., ş.a. - Organe de maşini, vol.1, Bucureşti, Editura Tehnică, 1999
27. Gafiţanu, M., ş.a. - Organe de maşini, vol.2, Bucureşti, Editura Tehnică, 2003
28. Gafiţanu, M., ş.a. – Rulmenţi, vol.I şi II. Bucureşti, Editura Tehnică, 1985.
29. Georgescu, G.S. – Îndrumător pentru ateliere mecanice.Bucureşti, ET, 1978.
30. Hamrock, J.B., ş.a. – Fundamentals of machine Elements, Second Edition, McGraw Hill, Higher Education, 2005
31. Ivanov, M.N. – Detali maşin. Moskva, Izdatelstvo Vîsşaia Şkola, 1964.
32. Jula,A., ş.a. – Organe de maşini. Îndrumar pentru proiectul de an nr.1., Universitatea Braşov, 1976.
33. Jula,A., ş.a. – Mecanisme şurub-piuliţă. Îndrumar de proiectare. Editura Lux Libris Braşov, 2000.
34. Jula,A., ş.a. – Montaje cu rulmenţi. Universitatea din Braşov, 1978.
35. Kirkaci, N.F., Balacanian, R.A. – Rascet i proiektirovanie detalei maşin, ceast 1-2, Vîsşaia Şkola, Harkov, 1988.
36. Kohler/Rognitz - Maschinenteile. Teil 1-2. Stuttgart, BG Teubner, 1992.
37. Kudriavţev, V.N. – Detali maşin. Leningrad, Maşinostroenie, 1980.
38. Kuzmin, A.V., ş.a. - Kursovoe proiektirovanie detalei maşin.Ceast 1-2, Spravocinoe posobie. Minsk, Vîseişaia Şkola, 1982.
39. Matieşan, D., ş.a. – Elemente de proiectare pentru mecanismele cu şurub şi piuliţă. Lito U.T.C-N, 1985.
40. Matek,W., ş.a. – Maschinenelemente. Vieweg & John, Braunschweig /Wiesbaden, Germany, 1987.

41. Miriţă, E., ş.a. - Sisteme cu şuruburi de mişare. Îndrumar de proiectare. Politehnica Bucureşti, 1993.
42. Mott, L.R. – Machine Elements in Mechanical Design, Fourth Edition in SI Units, Prentice Hall, Pearson Education, 2006
43. Mustafa, M.R., Lazăr, C. - Asamblări filetate şi prin strângere. Bucureşti, Editura Tehnică, 1964.
44. Niemann, G. – Maschinenelemente, band I. Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag, 1975.
45. Pop,D., ş.a. – Lagăre cu rulmenţi. Proiectare. Cluj-Napoca, TODESCO, 2006.
46. Rabinovici,I. – Rulmenţi. Bucureşti, Editura Tehnică, 1972.
47. Reşetov, D.N. - Detali maşin . Atlas konstrukţii. Moskva, Maşinostroienie, 1979
48. Shigley, J.S., Mischke, C.R. – Mechanical Engineering Design. McGrow-Hill Book Company, 1989.
49. Stolbina, G.B., Jukova,K.P. - Rasceot i proiecktirovanie detali maşin. Moskva, Vîsşaia Şkola, 1978.
50. Sucala, F., Bîrleanu, C., ş.a. – Mecanisme si Organe de masini, vol.II, RISOPRINT Cluj-Napoca, 2006.
51. Sucala, F., Bîrleanu, C., Tataru, O. - Mechanical Systems Engineering, Ingineria Sistemelor Mecanice, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002, vol. I
52. Tataru, O., Sucala, F., Bîrleanu, C. - Mechanical Systems Engineering, Ingineria Sistemelor Mecanice, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2003, vol II.
53. Ţehnovici, L.I., Petricenko, I.P. – Atlas konstrukţii reductorov.Vîsşaia Şkola, Kiev, 1979.
54. Ustiugov, I.I. - Detali maşin. Moskva, Vîsşaia Şkola, 1981.
55. Zablonskii, K.I. - Detali maşin. Izdatelîskoe obîedinenie, Visşaia Şkola,Kiev,1985.
56. * * * Colecţia de standarde: desen tehnic industrial, toleranţe şi ajustaje, organe de maşini.
57. * * * Standarde internaţionale: ISO, EN.
58. * * * Klein Einfuhrung in die DIN-Normen. Buchhandlung Graff, Braunschweig, 1993.
59. * * * FLENDER Technical Handbook 2 nd Edition 07/2000. FLENDER AG Bocholt.
60. * * * Manualul inginerului mecanic. Mecanisme.Organe de maşini. Dinamica Maşinilor. Bucureşti, Editura tehnică, 1976.
61. * * * Catalog de produse omologate.Îndrumător de elemente de asamblare O13. Oficiul de informare documentară pentru industia construcţiilor de maşini. Bucureşti, 1987.

UNIV. TEHNICA BIBLIOTECA CLUJ-NAPOCA

41. Miriţă, E., ş.a. – Sisteme cu şuruburi de mişare. Îndrumar de proiectare. Politehnica Bucureşti, 1993.
42. Mott, L.R. – Machine Elements in Mechanical Design, Fourth Edition in SI Units, Prentice Hall, Pearson Education, 2006
43. Mustafa, M.R., Lazăr, C. - Asamblări filetate şi prin strângere. Bucureşti, Editura Tehnică, 1964.
44. Niemann, G. – Maschinenelemente, band I. Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag, 1975.
45. Pop,D., ş.a. – Lagăre cu rulmenţi. Proiectare. Cluj-Napoca, TODESCO, 2006.
46. Rabinovici,I. – Rulmenţi. Bucureşti, Editura Tehnică, 1972.
47. Reşetov, D.N. - Detali maşin . Atlas konstrukţii. Moskva, Maşinostroienie, 1979
48. Shigley, J.S., Mischke, C.R. – Mechanical Engineering Design. McGrow-Hill Book Company, 1989.
49. Stolbina, G.B., Jukova,K.P. - Rasceot i proiecktirovanie detali maşin. Moskva, Vîsşaia Şkola, 1978.
50. Sucala, F., Bîrleanu, C., ş.a. – Mecanisme si Organe de masini, vol.II, RISOPRINT Cluj-Napoca, 2006.
51. Sucala, F., Bîrleanu, C., Tataru, O. - Mechanical Systems Engineering, Ingineria Sistemelor Mecanice, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002, vol. I
52. Tataru, O., Sucala, F., Bîrleanu, C. - Mechanical Systems Engineering, Ingineria Sistemelor Mecanice, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2003, vol II.
53. Ţehnovici, L.I., Petricenko, I.P. – Atlas konstrukţii reductorov.Vîsşaia Şkola, Kiev, 1979.
54. Ustiugov, I.I. - Detali maşin. Moskva, Vîsşaia Şkola, 1981.
55. Zablonskii, K.I - Detali maşin. Izdatelîskoe obîedinenie, Visşaia Şkola,Kiev,1985.
56. * * * Colecţia de standarde: desen tehnic industrial, toleranţe şi ajustaje, organe de maşini.
57. * * * Standarde internaţionale: ISO, EN.
58. * * * Klein Einfuhrung in die DIN-Normen. Buchhandlung Graff, Braunschweig, 1993.
59. * * * FLENDER Technical Handbook 2 nd Edition 07/2000. FLENDER AG Bocholt.
60. * * * Manualul inginerului mecanic. Mecanisme.Organe de maşini. Dinamica Maşinilor. Bucureşti, Editura tehnică, 1976.
61. * * * Catalog de produse omologate.Îndrumător de elemente de asamblare O13. Oficiul de informare documentară pentru industia construcţiilor de maşini, Bucureşti, 1987.

UNIV. TEHNICA BIBLIOTECA CLUJ-NAPOCA